COLUMBIA LIBRARIES OFFSITE
CU50484397
523 UI2
Die Wunder der Stern

Digitized by Google

THE LIBRARIES

COLUMBIA UNIVERSITY

GENERAL LIBRARY

Durch alle Buchhandlungen des In- und Auslandes ist zu beziehen:

Das

Buch der Pflanzenwelt.

Botanische Reise um die Welt.

Versuch einer kosmischen Botanik.

Den Gebildeten aller Stände und allen Freunden der Natur gewidmet

von

Dr. Karl Müller.

Vollständig zwei Bände von 33 Bogen.

Mit vielen Ansichten in Tondruck und mehreren Tonbildern, etwa 300 in den Text gedruckten Abbildungen, einer Karte der Isothermen etc.

Preis des **vollständigen** Werkes geheftet 2 Thlr. = 3 Fl. C.-M. 3 Fl. 36 Kr. Rh.

Dasselbe in eleg. englischem reich vergoldetem Einband
2 Thlr. 15 Sgr. = 4 Fl. 30 Kr. Rh.

Wenn man eine Reise in ein fernes Gebiet unternimmt, so sucht man vorher gern eine allgemeine Uebersicht über dasselbe zu gewinnen, um es mit größerem Nutzen und größerer Leichtigkeit zu durchwandern. Das muß bestimmend sein, vor dem Antritt dieser idealen botanischen Reise um die Welt die Hauptpunkte festzustellen, um die sich die Erscheinungen dieser Wanderung drehen werden. Dadurch zerfällt das Buch von selbst in zwei Theile: in eine Vorbereitung zur Reise und in die Reise selbst. Jener ist gewissermaßen der theoretische Theil, welcher die Erscheinungen der Pflanzenwelt wissenschaftlich erläutert, dieser wird ein mehr schilderndes sein und durch jene Vorbereitung erst den ganzen Genuß bringen, welchen solche Naturstudien so umfassend zu gewähren vermögen.

Diese ganze Anlage des Buches erheischt eine eigenthümliche Auffassung der Pflanzenwelt. Sie vernachlässigt so ziemlich Alles, was sich auf die Pflanze allein bezieht; sie will nicht die Pflanze als Pflanze, als ein vom Weltganzen, vom Kosmos getrenntes Wesen, sondern als ein Glied des Weltganzen betrachten. Diese Anschauung fällt in ihrem Grundcharakter mit einer geographischen Behandlung der Pflanzenwelt zusammen, soweit sie die Gesetze der Pflanzenverbreitung und ihre Ursachen aufsucht. Sie geht aber über dieselbe hinaus, indem sie die Geschichte der Pflanzenwelt mit der Geschichte der Erde, der Thierwelt und der Menschheit verbindet und so gewissermaßen die Pflanzenwelt als einen Mikrokosmos, als eine Welt im Kleinen betrachtet, in welchem sich der Makrokosmos oder das Weltganze wiederspiegelt. Sie will überall den tiefen Zusammenhang zwischen Sternwelt, Erde, Pflanze, Thier und Menschheit schildern und damit zu einer Naturanschauung im Großen von dem engern Gebiete des Pflanzenreichs aus hindrängen. Sie will eine kosmische Botanik sein. Diese kosmische Botanik soll zweien großen Richtungen der Menschheit, der gemüthlichen und der praktischen, Rechnung tragen und beide mit geistiger Anschauung durchdringen, mit andern Worten: das Nützliche mit dem Schönen vereinen.

Möge der Inhalt Das bewirken, was zu befördern der Verfasser erstrebte, eine geist- und seelenvolle Auffassung der Natur und gegenüber der geistigen Zerrissenheit unserer Zeit eine gesunde, natürliche Weltanschauung!

Digitized by Google

Jetzt vollständig.

Durch alle Buchhandlungen des In- und Auslandes ist zu beziehen:

Das Buch der Erde.

Naturgeschichte des Erdballs und seiner Bewohner.

Eine

Darstellung der „physischen Geographie"

bearbeitet

für gebildete Leser aller Stände

von

Dr. G. H. Otto Volger.

Zwei Bände in drei Abtheilungen.

Bildend der **Malerischen Feierstunden** zweite Serie, V. und VI. Band.

Mit zehn Tondrucktafeln, 300 in den Text gedruckten Abbildungen ꝛc.

Preis vollständig broschirt 3 Thaler. In zwei eleg. englischen Einbänden $3^2/_3$ Thaler.

Mit seltener Klarheit und in ganz neuer anregender Weise bringt dies Buch die schwierigsten Probleme der Wissenschaft zum allgemeinen Verständniß, so daß es mit Recht als eine der bedeutendsten Erscheinungen auf dem Gebiete der populären Naturkunde bezeichnet werden kann. Nicht minder werden die zahlreichen Abbildungen, zum Theil vom Verfasser selbst entworfen und in künstlerischer Vollendung ausgeführt, zur Veranschaulichung des belehrenden Inhalts beitragen. Der Preis ist im Verhältniß zur Fülle des Gebotenen ein überaus niedriger.

Uebersicht des Inhalts:

Die Erde und das Weltgebäude. — Die Geschichte der Erde. — Die Länder und ihre Oberfläche. — Der Erdboden und seine Schätze. — Die Gewässer. — Das Luftmeer. — Die Pflanzenwelt. — Die Thierwelt. — Die Menschheit.

Der erste Band kann in allen Buchhandlungen des In- und Auslandes in Einsicht genommen werden, und wird man aus dem reichen Inhalte dieses Bandes ersehen, was man von dem in zwei Abtheilungen erschienenen zweiten Bande, womit das Werk geschlossen ist, zu erwarten hat.

Bestellungen auf dasselbe wolle man geneigtest sogleich bei der Buchhandlung aufgeben, durch welche man den ersten Band bezogen, da der Schluß des Werkes nur auf ausdrückliches Verlangen versandt wird.

Zu gefälliger Beachtung: Dieses Werk bildet zugleich den fünften und sechsten Band der **zweiten** Serie der **Malerischen Feierstunden**, worauf insbesondere Abnehmer dieses interessanten Sammelwerkes aufmerksam gemacht werden. Freunde ausgezeichneter Lektüre aus dem Gebiete der populären Naturkunde werden auf das am Schlusse dieses Werkes befindliche Verzeichniß der erschienenen Bände der Malerischen Feierstunden aufmerksam gemacht.

Die Verlagshandlung von Otto Spamer.

Digitized by Google

Dr. Otto Ule.

Die Wunder der Sternenwelt.

Digitized by Google

Malerische

Feierstunden.

Illustrirte

Familien- und Volks-Bibliothek

zur

Verbreitung nützlicher Kenntnisse.

Zweite Serie:

Populäre Lehrbücher.

Mit vielen in den Text gedruckten Abbildungen, Tondrucktafeln ꝛc.

Vierter Band:

Die Wunder der Sternenwelt.

Von

Dr. Otto Ule.

Mit zahlreichen in den Text gedruckten Abbildungen, Tondrucktafeln u. s. w.

Leipzig.
Verlag von Otto Spamer.

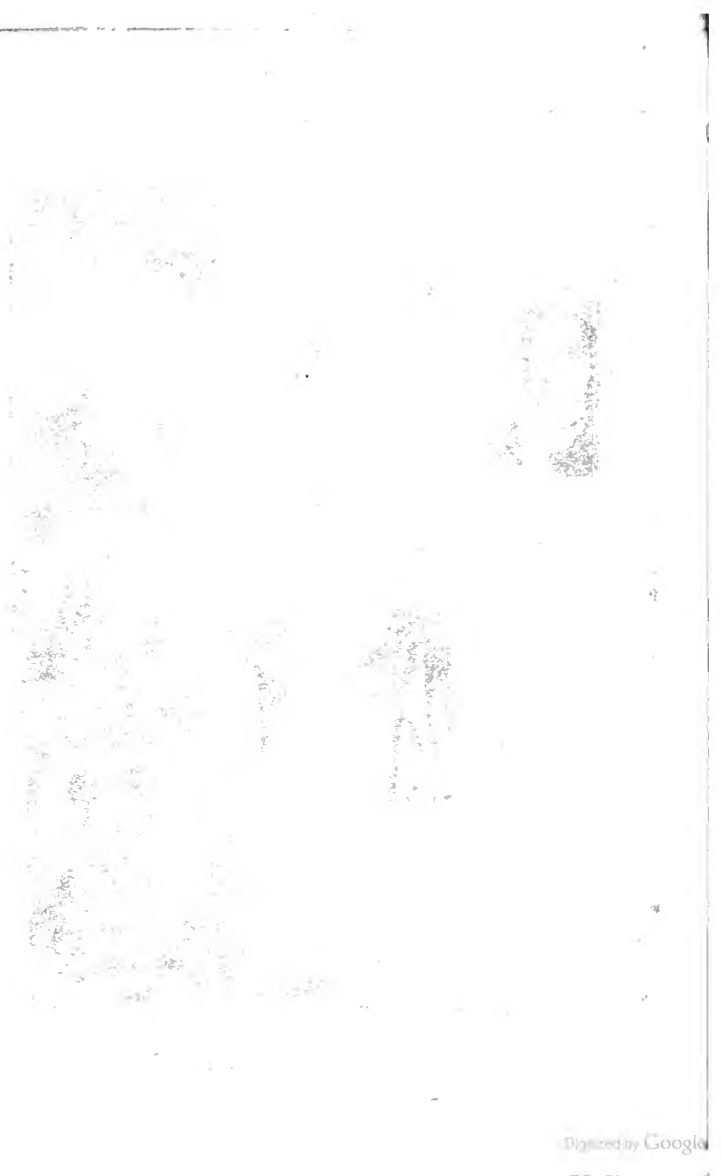
1860.

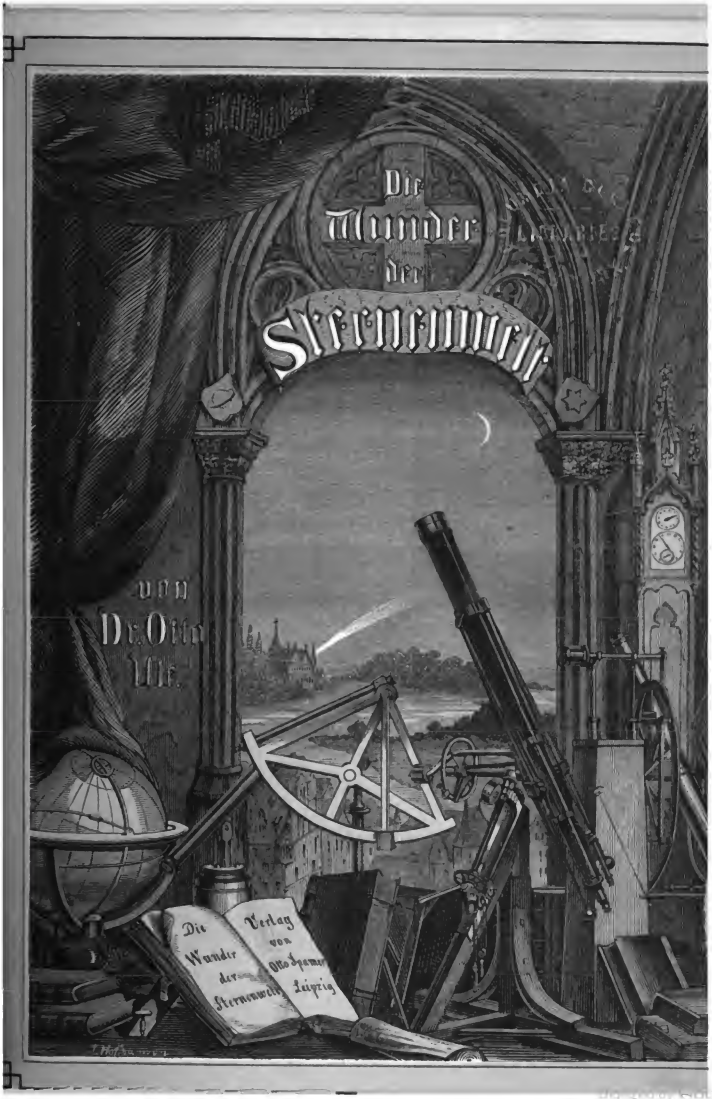
Digitized by Google

Digitized by Google

Ule, Wunder der Sternenwelt.

Digitized by Google


Digitized by Google


Die
Wunder
der
Sternenwelt
von
Dr. Otto
Ule.
Die
Wunder
der
Sternenwelt
Verlag
von
Otto Spamer
Leipzig

Digitized by Google

Die

Wunder der Sternenwelt.

Ein Ausflug in den Himmelsraum.

Für die Gebildeten aller Stände und alle Freunde der Natur.

Herausgegeben

von

Dr. Otto Ule,

Mitherausgeber und Redacteur der Zeitschrift „Natur“,
Mitglied der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen deutschen Akademie der Naturforscher,
der naturforschenden Gesellschaft zu Halle, corresp. Ehrenmitglied der naturforschenden Gesellschaft
zu Emden, der Wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde ꝛc.

Mit 160 in den Text eingedruckten Abbildungen, einer Sternkarte, einem Frontispice u. s. w.

Leipzig.
Verlag von Otto Spamer.

1860.

Digitized by Google

51736

Digitized by Google

Vorwort.

Es ist eine noch immer nicht schweigende Klage, daß es uns Deutschen trotz unserer überreichen Literatur doch an wahrhaft populären Schriften fehle. In neuerer Zeit ist diese Klage von hervorragenden Astronomen auch auf dem Gebiete der astronomischen Wissenschaft erhoben worden. Die Ursache dieses Mangels liegt vielleicht in unserer deutschen Natur selbst, gewiß aber in unserer deutschen Gelehrsamkeit. Jedenfalls wird das populäre Bedürfniß von den meisten unserer Gelehrten verkannt. Entweder wird es zu weit gefaßt, und eine triviale oder weitschweifige Darstellung ist die Folge, oder es wird zu eng genommen, und die populäre Schrift nähert sich selbst in der Form der gelehrten, wissenschaftlichen Darstellung. Wenn ich in diesem anerkannten Mangel eine Berechtigung zu dem vorliegenden Werke fand, so waren es zugleich zwei Hauptgesichtspunkte, die mir bei der Abfassung desselben vorschwebten: einmal, daß das Denken oft mehr werth ist als das Gedachte; dann, daß der populäre Schriftsteller sich stets des ganzen Menschen bemächtigen muß, seines Verstandes, seines Gefühls, seines Willens zugleich.

Das Denken ist mehr werth als das Gedachte! Nicht die Resultate der Wissenschaft sind es, welche die wahre Volksbildung bedingen; es gehört dazu noch mehr die Erkenntniß der Wege, auf denen sie erreicht sind. Die Resultate dringen von selbst in das Volk ein. Daß man von dem Bau des Himmels, von der Ordnung und dem Dasein der Gestirne, von den Entdeckungen der Astronomen erfährt, dafür sorgen Schule und Zeitungen. Aber die Vermittlung kommt nicht von selbst. Den Zahlen, Maßen und Gesetzen des Weltgebäudes fehlt der begründende Boden der Erkenntniß; man glaubt an die feinen Beobachtungen und scharfsinnigen Rechnungen der Astronomen, aber man begreift sie nicht.

Der Mensch ist ein Ganzes. Auch das Gefühl will einen Antheil an der Erkenntniß haben; darum muß sich auch die Form mit dem Inhalt, die Schönheit mit der Wahrheit vermählen. Auch der sittliche Wille des Menschen will der Natur nicht berührungslos gegenüberstehen; er verlangt nach einem Einklange seiner Gesetze mit denen des Alls, nach einer lebendigen Gestaltung der außen wirkenden Gedanken und Kräfte in seinem Innern.

Solche Gesichtspunkte machen freilich die Aufgabe eines populären Schriftstellers zu einer sehr schwierigen. Die bloße Kenntniß des wissenschaftlichen Stoffs reicht nicht mehr hin, neue Kräfte müssen wach gerufen werden. „Wer mir seine Kenntnisse in schulgerechter Form überliefert", sagt Schiller, „der überzeugt mich zwar, daß er sie richtig faßte und zu behaupten weiß; wer aber zugleich im Stande ist, sie in einer schönen Form mitzutheilen, der beweist nicht nur, daß er dazu gemacht ist, sie zu erweitern, er beweist auch, daß er sie in seine Natur aufgenommen und in seinen Handlungen darzustellen fähig ist. Nichts als was

Digitized by Google

in uns selbst schon lebendige That ist, kann es außer uns werden, und es ist mit Schöpfungen des Geistes wie mit organischen Bildungen: nur aus der Blüte geht die Frucht hervor." Sollte ich diesen Maßstab des großen Dichters an meine Schöpfung legen, so möchte ich vollends zweifeln, ob ich mein Ziel erreicht.

Jedenfalls ist es meine Absicht gewesen, in diesem Werke eine umfassende, anschauliche Darstellung der gesammten Wissenschaft des Himmels zu geben. Vollständigkeit des Inhalts, so weit sie nur irgend für die Zwecke allgemeiner Bildung möglich ist, Deutlichkeit im Aufzeigen der Wege der Forschung, Uebersichtlichkeit in der Verknüpfung der Einzelntheiten zu einem geordneten Ganzen, das waren Gegenstände meines redlichsten Strebens. Gewissenhaft habe ich Zahlen und Resultate geprüft, ehe ich sie mitgetheilt, und lieber als unerwiesen und zweifelhaft hingestellt, was trotz hervorragender Autoritäten noch nicht die Anerkennung der gesammten Wissenschaft gefunden hatte.

Eine solche ernste Strenge in der Behandlung des Stoffes wird freilich Mancher nach dem Eingange meines Buches kaum erwarten. Mancher wird meinen, hier einer Art belletristischer Schönmalerei zu begegnen, in welcher durch allerlei abenteuerliches Flitterwerk sich der Faden der wissenschaftlichen Belehrung kaum erkennbar und ungleich in seinem Gespinnst hindurchziehen werde. Wie ich dazu gekommen, mein Buch einer solchen Gefahr der Verkennung auszusetzen, darüber bin ich noch eine Erklärung schuldig.

Es war meine Absicht, die astronomische Wissenschaft unter der Form von Wanderungen durch den Himmelsraum darzustellen. Eine Berechtigung dazu glaubte ich in der Wissenschaft selbst zu finden. Sie ist ja offenbar das Resultat solcher seit Jahrtausenden fortgesetzten Eroberungszüge des Gedankens. Reiche Schätze wurden von jedem Zuge heimgebracht, gesammelt, geordnet, durch neue Beobachtungen geprüft, durch die Rechnung unter Gesetz und System gebracht. Gerade wenn ich die Wege der Forschung darlegen, die Mittel zur Erlangung dieser staunenswerthen Resultate zur Anschauung bringen wollte, dann konnte ich es nicht besser, als wenn ich den Leser selbst auf solche Wanderungen hinausführte. Dazu kam ein zweiter Gesichtspunkt, der mich noch mehr bestimmte. Gerade durch diese Form von Wanderungen wurde meiner Darstellung der Charakter eines geordneten systematischen Ganzen in natürlichster Weise aufgedrängt. Gerade durch diese Form wurde es mir möglich, Schritt vor Schritt die Anschauung des Lesers zu erweitern und ihm zugleich in den zurückgelegten Wegen wie in den gesammelten Erfahrungen einen Maßstab für die immer endloser sich ausdehnenden Räume des Alls zu bewahren. Endlich aber zeigte sich mir in dieser Form ein Vortheil, den ich nicht hoch genug anschlagen zu können glaubte. Ich sah mich genöthigt, meiner Darstellung die Form des Vortrags zu geben. Es liegt immer etwas besonders Anregendes und Belebendes darin, daß man beständig Diejenigen vor Augen hat, die man belehren will. Man liest gleichsam die Fragen und Zweifel auf den Gesichtern der Umgebung; man kann es nicht über sich gewinnen, schwierigere Gegenstände leicht abzufertigen oder gar völlig zu umgehen; man wird unbewußt anschaulicher, eindringlicher, tiefer.

Digitized by Google

Ich glaube nicht, daß ich solche Vortheile durch die angedeutete Form zu theuer erkaufte. Freilich bedurfte die Ausführung großer Vorsicht. Die Darstellung konnte leicht an das Belletristische streifen, und die Sprache der Belletristik ist nicht die Sprache der Wissenschaft. Der Gelehrte soll Gelehrter bleiben, auch wenn er zum großen Publikum spricht. Aber ich glaube der Würde der Wissenschaft nichts vergeben, durch mein ganzes Werk mir das Bewußtsein, wenn nicht des Gelehrten, doch des Vertreters der Wissenschaft treu bewahrt zu haben. Darum gab ich meinem Buche nur eine novellistische Einleitung; darum ließ ich bereits in den ersten vorbereitenden Kapiteln meine ideale Reisegesellschaft allmälig in das große lesende Publikum aufgehen; darum ließ ich selbst diesem gegenüber im weitern Verlaufe des Buches das subjective Verhältniß des Lehrers und Führers nur da noch hervortreten, wo es mir eines Ruhepunktes für den Leser nach einer überwältigenden Fülle von Denkanstrengungen zu bedürfen schien.

Meine Einleitung ist eine Einladung. Ich rolle zunächst das Gemälde des unendlichen Raums auf, das der Schauplatz unserer Wanderungen sein soll. Ich leite dann das Auge an, sich in der äußern Erscheinung zurechtzufinden, welche diese Welt am Himmelsgewölbe darbietet. Ich lehre endlich *sehen* und *beobachten* und gewähre damit die einzig möglichen Mittel zu einem Aufschwung in jene Räume. Nach diesen Vorbereitungen erst beginnen die wissenschaftlichen Wanderungen selbst.

Ernste Wissenschaftlichkeit, Streben nach Klarheit und Anschaulichkeit, strenge Ordnung, Gleichmäßigkeit und innere Einheit wird man meinem Buch nicht absprechen. Gelingt es ihm, Freunde für die Wissenschaft zu gewinnen, ihr Verständniß zu verbreiten, die Theilnahme an ihren Bestrebungen, Forschungen und Entdeckungen rege zu machen, so hat es seinen Beruf erfüllt.

Von Seiten des Verlegers ist nichts versäumt worden, auch durch äußere Ausstattung den Werth des Buches zu erhöhen. Wenn von den zahlreichen Illustrationen einzelne nicht die dem Texte ganz entsprechende Stellung gefunden haben, so liegt eine Entschuldigung dafür theils in der sich oft drängenden Fülle derselben, theils in der Entfernung des Verfassers vom Druckorte. In der kleinen Sternkarte wird der Leser wenigstens einen Anhalt für seine Orientirung am Sternhimmel finden, und die angehängten Tabellen werden ihm in gedrängter Uebersicht das reiche Zahlenmaterial vorführen, das im Texte zerstreut und vereinzelt nur zu leicht übersehen wird oder selbst störend in die Darstellung eingreift.

Gern hätte ich zur Vervollständigung meines Buches noch eine zusammenhängende Darstellung der Geschichte der astronomischen Forschung gegeben. Bei der Beschränktheit des Raumes mußte ich für jetzt auf die Erfüllung dieses Wunsches verzichten, behalte mir indeß vor, bei einer neuen Auflage auch dieser wichtigen und anziehenden Seite der Wissenschaft einige Blätter zu widmen.

So wandere denn dies Werk einsamer Studien ländlicher Muße hinaus, Strebende zu leiten und Denkende zu lehren!

Halle im November 1859.

Dr. Otto Ule.

Digitized by Google

Inhalt.

Vorwort.

Erstes Buch.

Vorbereitungen zum Ausflug in den Himmelsraum.

Seite

Erstes Kapitel. **Eine Nacht im Freien.** 1

Veranlassung und Einladung zum Ausflug

Zweites Kapitel. **Der Weltraum.** 7

Der Aether (8). — Die Wärme des Weltraums (10). — Das Licht (11). — Die Messung der Geschwindigkeit des Lichts (13).

Drittes Kapitel. **Die Sternbilder.** 17

Orientirung am Himmel (18). — Geschichte, Bedeutung und Anordnung der Sternbilder (19—32). — Sehen und Beobachtung (34).

Viertes Kapitel. **Das Fernrohr.** 37

Das Sehen mit bloßem Auge (37). — Das Sternfunkeln (39). — Sichtbarkeit der Sterne am Tage (40). — Mängel des Auges (41). — Das Wesen der Vergrößerung (43). — Deutlichkeit des teleskopischen Sehens (44). — Grenzen der teleskopischen Kraft (45). — Linsenfernröhre und Spiegelteleskope (49).

Fünftes Kapitel. **Die tägliche Bewegung des Himmels.** 56

Auf- und Untergang der Gestirne (58). — Feste Linien und Punkte am Himmel (61). — Meridian (62). — Parallel- und Stundenkreise. Poldistanz und Stundenwinkel (63). — Theodolit (64). — Nonius und Mikrometer (66). — Astronomische Winkelmessung (68). — Mauerkreis und Mittagsfernrohr (69). — Gerade Aufsteigung und Abweichung (70). — Sternzeit (71). — Parallaktisches Fernrohr (71). — Aequatorialkreis (72). —

Sechstes Kapitel. **Die jährliche Bewegung des Himmels.** 73

Bewegung der Sonne (76). — Ekliptik. Aequinoctien und Solstitien (77). — Mittlere Zeit und wahre Zeit (80). — Zeitgleichung (81). — Der Frühlingspunkt (83). — Der Thierkreis (85). — Vorrücken der Nachtgleichen (87). — Wanken der Erdaxe (91). — Lichtabirrung (93).

Zweites Buch.

Die planetarische Welt.

Erstes Kapitel. **Eine Mondnacht.** 97

Scheinbarer und wirklicher Lauf des Mondes (100). — Libration des Mondes (102). — Mondphasen (103). — Knotenbewegung (104). — Mond- und Sonnenfinsternisse (105). — Der scheinbare Lauf der Planeten (113). — Untere und obere Planeten (114). — Planetendurchgänge (117). — Rückläufe und Stillstände (119). — Die wahre Planetenbewegung (120).

Digitized by Google

Zweites Kapitel. **Der Mond.** 121

Eine Mondlandschaft (122). — Höhenmessung der Mondberge (125). — Mare. — Wallebenen (126). — Ringgebirge (127). — Krater (128). — Lichtstreifen (129). — Rillen (130). — Vergleichung der Gebirgsformen des Mondes mit denen der Erde (134). — Alpengebirge (135). — Hügelland. — Vorzeit des Mondes — Das physische Leben des Mondes (138). — Mondatmosphäre (139). — Erdlicht (142).

Drittes Kapitel. **Die Sonne.** 145

Entfernung der Sonne von der Erde (145). — Messung der Sonnenparallaxe mit Hülfe der Venusdurchgänge (149). — Größe der Sonne (152). — Schwierigkeit der Sonnenbeobachtung (153). — Beschaffenheit der Oberfläche (154). — Sonnenflecken (155). — Rotation der Sonne (156). — Photosphäre der Sonne (163). — Corona und Protuberanzen (165). — Zodiakallicht (166).

Viertes Kapitel. **Die sonnennahen Planeten.** 170

Der Merkur (171). — Größe und Masse, Oberfläche und Rotation (172). — Venus (176). — Atmosphäre (179). — Venusmond (180). — Mars (181). — Meteorologische Verhältnisse (182).

Fünftes Kapitel. **Die Planetoiden.** 186

Geschichte ihrer Entdeckung (186. — Größe (194). — Bahnen (195). — Hypothese ihres Ursprungs (196). — Gesammtmasse (197).

Sechstes Kapitel. **Die sonnenfernen Planeten.** 200

Jupiter (200). — Größe und Dichtigkeit (201). — Rotation. Oberfläche (202). — Monde und ihre Verfinsterungen (203). — Anblick des Sternhimmels von einem Jupitermonde (208). — Saturn und seine Ringe (209). — Größe, Dichtigkeit und Rotation (210). — Entdeckung der Ringe (211). — Ihre Stabilität, ihre Rotation und Excentricität (212). — Trabanten des Saturn (218.) — Himmelslandschaft (220). — Uranus und seine Monde (223). — Neptun und seine Geschichte (229).

Siebentes Kapitel. **Die Kometen.** 230

Die Anerkennung der Kometen als Himmelskörper (231). — Die Bahnen (232). — Die Wiederkehr (233). — Halley's und Lexell's Komet (234). — Innere Kometen (235). — Störungen (237). — Kometenprophezeiungen (239). — Der Komet Karl's V. (240). — Kometenschweife und Kerne (244). — Natur der Kometen (245). — Ihr Licht (246) — Ihre Bedeutung (249).

Achtes Kapitel. **Die Meteor-Asteroiden.** 251

Meteorsteine und Meteoreisen (251). — Stoffliche Natur (255). — Ursprung. — Feuerkugeln (256). — Höhe und Geschwindigkeit der Bewegung (257). — Sternschnuppen (258). — Lichtschweife — Periodisches Erscheinen (259). — Sternschnuppenschwärme (260). — Ihre kosmische Natur (262).

Rückblick auf das Planetensystem. 265

Geschichte der Weltsysteme (265). — Das aristotelisch-ptolemäische System (268). — Die Sphären und Epicyklen (270). — Das Kopernikanische System (271). — Die Kepler'schen Gesetze (273). — Das Gravitationsgesetz Newton's (274). — Die Störungen (275). — Die Stabilität des Planetensystems (277). — Die Laplace'sche Theorie der Planetenbildung (279).

Digitized by Google

Drittes Buch.

Die Fixstern- und Nebelwelt.

Erstes Kapitel. Eine Sternennacht. 285

Die Größenklassen der Fixsterne (287). — Helligkeitsverhältnisse und Lichtmessungen (288). — Die räumliche Ausdehnung der Fixsternwelt (289). — Die Zahl der Sterne (292).

Zweites Kapitel. Die Eigenbewegungen der Fixsterne. 293

Wirkliche Ortsveränderungen der Sterne (295). — Eigenbewegung der Fixsterne und der Sonne. Richtung der Sonnenbewegung (298).

Drittes Kapitel. Die veränderlichen und die neuen Sterne. 299

Lichtveränderungen der Sterne (300). — Tycho's und Keplers' neue Sterne (301). — Mira und Algol (303). — Axendrehung der Sterne (304). — Astronomie des Unsichtbaren (305).

Viertes Kapitel. Die Grenzen der Fixsternwelt. 307

Jährliche Parallaxe der Fixsterne (308). — Bessel's Methode (312). — Berechnete Entfernungen (313). — Messung nach Lichtjahren (314).

Fünftes Kapitel. Die Doppelsterne und die mehrfachen Sterne. 316

Entdeckung der Doppelsterne (317). — Bahnen und Umlaufszeiten (323). — Dunkle Sonnen (324). — Massen und Abstände (326). — Hypothetische Parallaxen (327).

Sechstes Kapitel. Die Centralsonne und das Fixsternsystem. 330

Die Milchstraße (331). — Argelander's und Mädler's Centralsonne (334). — Mädler's Fixsternsystem (338). — Die Plejaden (339). — Räumliche Ausdehnung und Gestalt des Systems (340).

Siebentes Kapitel. Die Nebelflecken und die Nebelsterne. 344

Auflösung der Nebel (345). — Formenmannichfaltigkeit (346). — Orionnebel (347). — Kapwolke (348). — Nebelflecken als Weltensysteme (351). — Räumliche Verhältnisse des Himmels (352).

Schluss. Rückkehr zur Erde. 353

Uebersichtstabellen. 357

Tabelle I. Der Mond — Tabelle II. Die Jupitersmonde. —
Tabelle III. Satelliten des Saturn. — Tabelle IV. Satelliten des Uranus. —
Tabelle V. Bahn-Elemente der Planeten 358
Tabelle VI. Jährliche Aenderung der Elemente der Planetenbahnen. 360
Tabelle VII. Größen- und Massenverhältnisse der großeren Planeten und Rotationsdauer. —
Tabelle VIII. Die wichtigsten Elemente der sechs innern Kometen. 361
Tabelle IX. Elliptische Bahnelemente einiger Kometen von langer Umlaufszeit. —
Tabelle X. Berechnete Bahnelemente von Doppelsternen. 362
Die zu diesem Werke gehörige Sternkarte befindet sich am Schlusse desselben angeheftet.

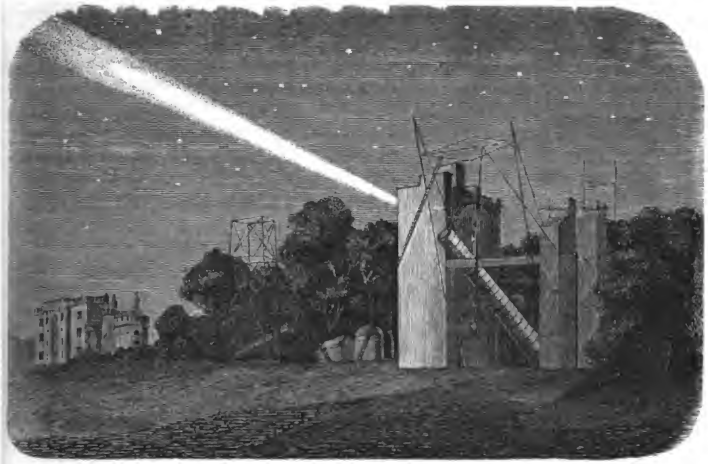
Digitized by Google

Erstes Buch.

Vorbereitungen zum Ausflug in den Himmelsraum.

Digitized by Google

Digitized by Google



Die Riesenteleskope Lord Rosse's bei Schloß Parsonstown.

Erstes Kapitel.

Eine Nacht im Freien.

Italienische und tropische Nächte kenne ich nicht. Mag der Dichter die milden Reize der einen besingen, mag der reisende Naturforscher noch in der Erinnerung träumend in dem Zauber der anderen schwelgen; ich kenne nur deutsche Nächte. Aber ich weiß, daß es auch deutsche Nächte giebt, welche süße Schauer des Entzückens über uns ausgießen. Nicht die Landschaft ist es, nicht Düfte und Thau sind es, in denen das Geheimniß nächtlicher Schönheit beruht. Es ist eben Alles Duft und Alles Harmonie. Es ist vielmehr jene behagliche Verschwommenheit und Aufgelöstheit der Natur, die auch alle unsere Sinne in Ruhe wiegt, die uns ganz in Gefühl auflöst und selbst die Gedanken zwischen Himmel und Erde schweben läßt.

Solch eine Nacht war es, in der ich einst in heiterer Gesellschaft von einer Wasserfahrt auf einem keineswegs romantischen Flusse heimkehrte. Die Sonne war längst hinter den fernen Gebüschen versunken, das Goldgewand der Wiesen war erblichen, und nur einige blasse Purpurstreifen hatten noch eine Zeit lang die Spuren des verborgenen Sonnenlaufes bezeichnet. Jetzt war die tiefe feierliche Nacht herabgesunken, und das Schweigen der Natur hatte auch unsere Gesellschaft ergriffen. Der heitere Scherz war verstummt, und selbst der neckische

Digitized by Google

Uebermuth der jungen Mädchen war einem sinnenden Schweigen gewichen. Solch eine Stille hat Nichts gemein mit jener peinlich drückenden der Langenweile. Es ist eine wohlthuende und zugleich ein reges, freies Wogen der Gefühle verreckende, es ist eine brütende Stille, in welcher Gedankenkeime gähren, die sich endlich mit Gewalt Bahn brechen. Ein seltsamer Kampf hält noch eine Zeit lang diesen Augenblick fern, ein Kampf aufwärtsdrängender Gedanken und verschließender Gefühle. Nichts Seltenes und nichts Wunderbares ist es darum, wenn es meist inhaltleere Phrasen sind, die solch inhaltvolles Schweigen brechen; das Beste halten wir ja aus innerer Scheu zurück. Aber diese Phrasen sind doch mehr, als sie scheinen. Sie sind gleichsam der erste elektrische Schimmer aus einer Gewitterwolke; die leuchtenden Blitze folgen, und ohne es zu wissen, drängt sich hinter ihnen eine Fülle von Gedanken hervor, die in unserer vermeintlichen Gedankensiesta zur Geburt reiften.

„Solche Nacht bringt doch Alles zum Schweigen," begann schüchtern ein junges Mädchen, und indem sie, vielleicht um sich selbst zu ermuthigen, sich neckend gegen einen Dichter in unserer Gesellschaft und gegen mich wandte, die wir bis dahin schweigend und mit zurückgelehntem Kopfe dagesessen hatten, setzte sie hinzu: „nicht blos die Landschaft, ich glaube, auch die Poesie und die ernste Wissenschaft. In solcher Nacht könnten Sie beide doch höchstens Astrologen sein."

„Sie meinen," nahm ich den Scherz erwidernd das Wort, „weil ich so aufmerksam zum Himmel aufschaute? Aber dann, glaube ich, haben sich unsere Blicke doch nur begegnet; denn wenn Sie auch Ihren Blick in die Wassertiefe versenkten, so haben Sie doch sicher Nichts als das Spiegelbild des Sternhimmels darin angeschaut. Und was, wenn ich fragen darf, da Sie mich zum Astrologen machen wollen, haben Sie in dieser Sternenschrift gelesen?"

„Als ob man heute noch in den Sternen lesen könnte, und als ob ich überhaupt Lust oder Ursache hätte, meine Zukunft irgendwo zu lesen!" erwiderte etwas verlegen das junge Mädchen.

„Das Letztere wollen wir dahingestellt sein lassen," antwortete ich besänftigend, „aber Ihren ersten Zweifel lasse ich Ihnen noch nicht so ohne Weiteres hingehen. Weil man in den Jahrhunderten des Aberglaubens," fuhr ich ernster werdend fort, „allerlei Unsinn und Narrheit mit diesem Lesen trieb, darum ist es doch noch nicht überhaupt eine Thorheit! Ich selbst, ich will es gestehen, habe so eben Manches in jener Schrift gelesen."

„So theilen Sie doch Etwas davon mit!" fiel meine Gegnerin mir lachend ins Wort.

„Ei, wenn das so leicht wäre!" erwiderte ich. „Aber es dürfte eine fremde Sprache für Sie Alle sein, und wollte ich es Ihnen übersetzen, so möchte die Zeit nicht ausreichen, da unser Ziel nicht mehr fern ist. Daß es aber doch nicht so ausgemacht unmöglich und ungereimt ist, in den Sternen zu lesen, — Sie müssen nur nicht gleich an Horoskope, an Prophezeihungen von Heirathen und Sterbefällen denken! — daß man aber Dinge da lesen kann, die wirklich von

Digitized by Google

Bedeutung sowol für die Geschicke Einzelner, wie ganzer Staaten sein können, das will ich Ihnen aus Ihren eigenen Erfahrungen beweisen."

„Lassen Sie mich an Ihre eigene Liebhaberei appelliren, mein Fräulein!" fuhr ich, unbeirrt durch die schalkhaft ungläubigen Gesichter um mich herum, fort. „Sie sind eine Freundin der Kunst, der Malerei namentlich. Sollten Sie nie in Gemälden gelesen haben? Sollte die unsägliche Liebe, die aus einer Raphael'schen Madonna, oder der rührende Schmerz, der aus einer Niobe zu Ihnen sprach, auf die Entwickelung Ihres Herzens und Ihres Geistes, ja selbst Ihrer Lebensgeschicke ganz ohne Einfluß geblieben sein? Gestehen Sie nur, manches Gemälde wußte Ihnen bessern Rath zu geben, als irgend ein lebender Mensch!"

„Ich verstehe Sie recht gut, und ahne, worauf Sie hinaus wollen," entgegnete in sinnendem Ernste das junge Mädchen, „aber ich kann Ihnen doch noch nicht ganz recht geben. Gemälde mögen als Ausdruck mancher tiefen Gedanken gelten; aber der Maler legte sie doch erst hinein!"

„Das wollte ich eben hören," fiel ich ein. „Aber woher nahm denn der Maler diese Gedanken? Wenn Sie in die liebeathmenden Züge der Madonna blickten, dachten Sie da noch an das Kunstwerk, schauten Sie da nicht die Menschennatur selbst? Der Künstler war nur der Vermittler, der die Gedanken in der Menschennatur aufsuchte und sie Ihnen verständlich machte. Der Künstler war nur ein Lehrer für Sie!"

„So meinen Sie, es bedürfte nur eines ähnlichen Künstlers, um uns auch in der Sternenwelt Gedanken lesen zu lassen?"

„Gewiß! und solche Künstler giebt es! Damit Sie in Gemälden Gedanken lesen konnten, mußte der Maler zuvor Menschenforscher gewesen sein; und wer Ihnen am Himmel Gedanken zeigen soll, der muß den Himmel erforscht haben. Wenden Sie sich also an den Astronomen!"

„Aber dann wundert es mich nur," warf meine Freundin lächelnd ein," daß wir jetzt so viele und berühmte Astronomen haben, und daß dennoch so wenig Menschen in den Sternen lesen."

„Das ist leider wahr," entgegnete ich, „und doch erklärlich. Wir alle studiren von Jugend auf die Sprache der Gesichtszüge, der Augen, des Mundes, und das ist die Sprache des Malers; aber keiner kümmert sich um die Sprache des Astronomen. Wie wollen wir denn in dem Himmel lesen, wenn wir ihn nicht einmal ansehen? Es ist wahrhaft zum Erstaunen, wie viele einsichtsvolle und gescheidte Menschen es giebt, die sogar um keinen Preis für ganz unwissend in der heutigen Astronomie gehalten werden möchten, und die doch nie mit einiger Aufmerksamkeit zum Himmelsgewölbe aufgeblickt, die niemals selbst ein Paar Beobachtungen gemacht haben, um Erscheinungen daran zu entdecken, die aus eigener Erfahrung nicht ein Sterbenswörtchen von den mancherlei Bewegungen, die sich daran zeigen, zu sagen vermöchten. Es giebt Tausende und Hunderttausende, die an so manchem Abend, eine lange Reihe von Jahren hindurch, zum klaren Sternhimmel aufschauten, und die doch Nichts weiter aus

Digitized by Google

dem Anblick dieses herrlichen Gemäldes zurückbehalten haben, als daß nach allen Richtungen hin eine Menge schimmernder oder funkelnder Punkte sich zeigten. Ob aber diese Punkte ihre Stellung unter einander veränderten oder nicht, — ob einige in Bewegung schienen, andere in Ruhe, — ob das ganze Himmelsgewölbe still zu stehen schien oder als ein Ganzes sich drehte, — ob alle die Sterne, die sie um 6 Uhr Abends sahen, eben so sichtbar sind um 12 Uhr Nachts, — ob die Sterne auf- und untergehen, wie Sonne und Mond, — ob sie in Osten oder Nordosten oder sonst wo aufgehen, — ob die einen regelmäßig auf- und untergehen, während andere niemals unter den Horizont tauchen, — ob einzelne Sterne sich gelegentlich rückwärts oder vorwärts bewegen, und in welcher Gegend des Himmels sie erscheinen, — ob es Sterne an unserem Himmelsgewölbe eben so gut am Tage wie in der Nacht giebt, — ob dieselben Sternbilder im Sommer und Winter sichtbar sind? — — alle diese Fragen, — ja, meine Freunde, sehen Sie mich nur verwundert an, ich glaube, daß Sie sie alle beantworten können, nämlich aus astronomischen Lehr- und Handbüchern; aber ich frage Sie ernstlich, ob Sie diese Fragen aus eigener Anschauung, eigener Beobachtung zu beantworten im Stande sind. Und doch liegt in diesen Fragen die Grammatik des Himmels, ohne welche Sie keine astronomische Schrift, möge sie noch so interessant, so geistreich und zugleich populär sein, wahrhaft verstehen können, ohne welche Sie, mit einem Worte, Laien bleiben, und Sie wissen, was das Wort einem Gemälde gegenüber sagen will."

Man gab mir nothgedrungen Recht. Aber ich mußte dem beschämenden Gefühl, das ich nothwendig in meinen Hörern angeregt hatte, doch noch eine Lösung zu Theil werden lassen. Auch war mein Herz zu voll von dem Eindrucke der wundervollen Nacht, deren Vertheidigung ich ja übernommen hatte, als daß ich jetzt hätte schweigen können. Zudem erwachten in mir Erinnerungen aus meiner Kindheit, ich gedachte des Dranges, der mich einst hingezogen hatte zu den Geheimnissen der Sternenschrift, und der doch unbefriedigt blieb, bis spätere mühevolle Studien mir den Himmel erschlossen und jene Poesie retteten, die von der Natur schon in das Kindesherz geschrieben war.

„Glauben Sie nicht," fuhr ich darum fort, „daß ich Ihnen mit dieser Gleichgültigkeit und Unaufmerksamkeit einen Vorwurf machen wollte. Der Grund dazu liegt leider schon in den Tagen unserer Kindheit, in der häuslichen Erziehung und in den öffentlichen Schulen. Kindern ist die Neugier angeboren; schon im frühesten Alter zeigen sie das lebhafteste Verlangen, sich mit den Eigenthümlichkeiten der verschiedenen Dinge ihrer Umgebung bekannt zu machen. Aber ihre Neugier wird ungeschickt geleitet; selten lehrt man sie den rechten Gebrauch von ihren Sinnen zu machen, und ihre Fragen in Bezug auf Naturgegenstände werden meist schnöde zurückgewiesen, bis allmählich das Recht der Gewohnheit sich geltend macht, und Unaufmerksamkeit und Gleichgültigkeit von dem kindlichen Gemüth Besitz ergreifen. Statt auf die kindlichen Fragen zu antworten und die natürliche Wißbegier zu belohnen, schilt man die Kinder Quälgeister und verweist sie auf ihre Grammatik. Meist ist es nur die eigene

Digitized by Google

Unwissenheit, die sich hinter solchen Verweisen versteckt; aber leider wird auf diese Weise der natürliche Trieb im Kinde erstickt, und das unbehagliche Gefühl, das aus solchem unbefriedigten Verlangen entspringt, wirkt allmählich abstumpfend, so daß der Trieb zur Sinnlichkeit und selbst zu lasterhafter Lust nur zu leicht seinen Platz zu erobern vermag. Ich erinnere mich, wie ich als Knabe von 7 oder 8 Jahren oft auf dem Rücken ausgestreckt im Grase lag und in das reine Himmelsblau hinausschaute. Dann gingen oft seltsame Gedanken durch meinen kleinen Kopf. Ich fragte mich, wie weit wol dieses blaue Gewölbe reichen möchte, und ob es wirklich ein festes, durchsichtiges Gewölbe oder ein leerer Raum sei, ob es rings von dicken Mauern gestützt, oder ob, wenn es ein leerer Raum sei, irgend Etwas darüber hinaus zu finden sein möchte, wenn ich Flügel hätte, in Ewigkeit hinaus zu fliegen; und was ich wol sehen würde, wenn ich dort auf die Kirchthurmspitze gelangen könnte. Solche und andere Gedanken, kindisch und mährchenhaft, überstürzten sich oft in mir und wurden bisweilen so peinlich und beängstigend, daß ich mich plötzlich aufraffte, ihnen zu entfliehen, und zu meinem Spiel und meinen Geschwistern eilte. Ich dachte nicht daran, zu fragen; ich schämte mich ja fast meiner Gedanken; aber ich glaube, hätte ich auch gefragt, so gebildet und einsichtsvoll die Umgebung meiner Kindheit war, ich hätte wenig Befriedigung gefunden. Mein Fall ist der von tausend Kindern, und ich erwähne es nur, um zu zeigen, wie das Kind oft im besten Zuge ist, ein vortrefflicher Beobachter der Natur zu werden, und wie dann unsere Erziehung, öffentliche wie häusliche, Alles thut, um den natürlichen Drang des empfänglichen Gemüthes zu ersticken."

„Sie haben ganz Recht," nahm Einer aus unserer Gesellschaft, ein erfahrener Erzieher, das Wort. „Bei aller Bildung unserer Zeit fehlt uns doch noch viel. Es ist zu viel prunkender Schein darin, und weil wir ihn selbst lieben, wollen wir ihn auch an der Jugend nicht missen. Wir Gebildeten verstehen alles Mögliche, urtheilen über Kunst und Poesie; aber von der Natur, dem Nächstliegenden, wissen wir oft Nichts. Wir lesen freilich gelehrte Werke darüber, namentlich jetzt, wo es Mode ist, aber wir sehen die Dinge nicht, von denen sie handeln. Sie haben Recht, das sollte anders werden!"

„Und das könnte anders werden!" fiel ich schnell ein, denn ein Plan war in mir fertig geworden. „Sagen Sie mir, wenn Ihnen Jemand von all' den Herrlichkeiten Indiens oder der brasilianischen Urwälder erzählte, würde Sie nicht die Lust anwandeln, dieses Paradies zu schauen?"

„O gewiß," rief eines der jungen Mädchen, „wenn es nur nicht so weit wäre!"

„Und wenn es nicht Schlangen und Tiger und gelbe Fieber dort gäbe!" sagte ein anderes.

„Nun gut," fuhr ich fort, „zu dem Monde, zu den Sternen, zu all' den Herrlichkeiten des Himmels könnten Sie reisen ohne Kosten, ohne Beschwerden, ohne Gefahren!"

„Ja, Sie meinen im Mährchen, wie „der Mann im Monde," entgegnete

Digitized by Google

meine Freundin. Daran liegt uns Nichts; denn wir würden dann doch Nichts als irdiſche Alltäglichkeiten zu ſehen bekommen, die von der Phantaſie des Dichters dorthin gezaubert wären!"

„Keineswegs ſo! Ich wollte Ihnen eine andere Reiſegelegenheit verſchaffen, und ich ſelbſt wollte Ihr Führer in den himmliſchen Gefilden ſein. An ſicherer Hand ſollten Sie an Mond und Sonne, an Planeten und Kometen und Fixſternen vorüber wandeln, hier und da raſtend, um die Wunder des Himmels zu ſchauen und das Leben zu erfaſſen, das ſich hinter ihrem blinkenden Scheine birgt. Sie ſollten ſelbſt hinaus ſchweifen in jene endloſen Fernen des Raumes, wo die Milchſtraße mit ihren Millionen Sonnen Ihnen nur noch wie der matte Schein eines Nebelflecks erſcheinen würde, und das Alles ohne Gefahr, ohne Schwindel, hoffentlich ſogar ohne Ermüdung!"

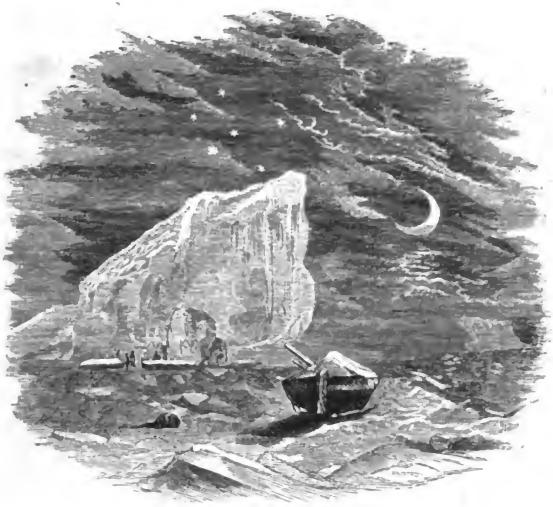
„Wir halten Sie beim Wort," hieß es von allen Seiten. „Bringen Sie uns nur Ihren Himmelswagen! Wir wollen einſteigen!"

„Das geht nicht ſo ſchnell!" erwiderte ich lachend. „Zuvor, denke ich, wollen wir ausſteigen; denn hier ſind wir am Ufer. Aber laſſen Sie mich meine Vorbereitungen treffen, und am nächſten Mittwoch kommen Sie wieder! Da wollen wir unſere Reiſekoffer packen, und dann will ich Ihnen auch mein Fuhrwerk zeigen. Bis dahin bleibt es mein Geheimniß. Aber vor Allem bitte ich Sie, laſſen Sie Ihre Phantaſie hübſch zu Hauſe; denn die iſt im Himmel ein Ballaſt, der nicht aufwärts, ſondern zur niedern Erde zurückführt!"

„Vorgeſehen!" ertönte die rauhe Stimme des Schiffers. Ein tüchtiger Ruck des landenden Kahnes ſchüttelte uns noch einmal durch einander, ehe wir ausſtiegen. Unter heiterem Geſpräch wanderten wir durch die ſtille Nacht unſeren Häuſern zu und trennten uns endlich mit dem feſten Verſprechen, uns alle zu der verabredeten Wanderung durch die Himmelsräume wieder zuſammenzufinden.

Will der freundliche Leſer ſich uns anſchließen, ſo wird er willkommen ſein. Zurückgewieſen wird Niemand, es ſei denn, wie ſchon geſagt, die Phantaſie und — der Dünkel der Blaſirtheit. Dünkelhafte Reiſende ſind ja ſchon auf Erden unerträglich!

Digitized by Google



November Mittag am Nordpol.

Zweites Kapitel.

Der Weltraum.

„Warum aber, sagen Sie uns nur, sollten wir unsere Phantasie zu Hause lassen?" So begrüßte mich neckend meine schöne Freundin an dem köstlichen Sommerabende, der uns nach unserer Verabredung im grünen Dunkel eines Gartens vereinigte. „Das ist ja," fuhr sie fort, „geradezu ein Attentat gegen unsern verehrten poetischen Freund, dem es ziemlich schwer werden wird, ohne diese gewohnten göttlichen Schwingen sein stoffreiches Ich in den ätherischen Räumen, in die Sie uns führen wollen, schwebend zu erhalten!"

„Weil wir es mit himmlischer Romantik genug zu thun haben werden, und weil sich die irdische mit jener schlecht verträgt," erwiderte ich lachend. „Wenn man reist, muß man sein Gepäck vor allem nach der Natur des Landes einrichten, in das man geht. Daß aber dort oben Manches ganz anders aussieht, als hier unten auf unsrer stoff-, meinetwegen auch phantasiereichen Erde, davon will ich Sie heute überzeugen. Denn wie ich Ihnen schon sagte, werden wir heute noch nicht reisen, sondern uns nur rüsten und mit Instructionen und Pässen für das Jenseits versehen."

Digitized by Google

„Aber die Phantasie," fiel mir das junge Mädchen ein, „ich komme immer wieder darauf zurück, warum soll sie denn aus dem Himmel verbannt sein, die doch nur Luft und Nichts als Luft braucht, ein Nahrungsmittel, auf das man bekanntlich gern auch unsere deutschen Dichter anweist?"

„Weil sie eben diese Luft dort oben nicht finden würde," entgegnete ich, „weil die Luft ein viel zu gemeines, grobes Ding für den Himmel wäre. Um Sie davon zu überzeugen, muß ich Sie an die Kometen erinnern, deren einer noch vor Kurzem wieder einmal durch seine erwartete Ankunft, trotz aller Aufklärung unserer Zeit, die Gemüther mit lächerlichem Schrecken erfüllt hat. Sie werden davon gehört haben, daß sich im Jahre 1819 unsere Erde 24 Stunden lang in dem Schweife eines Kometen befand, ohne daß weder die damaligen Lungen und Nasen, noch auch die empfindlichsten Barometer das Geringste davon gespürt hätten. Sie werden gewiß auch gehört haben, daß nicht blos durch den Schweif, sondern selbst durch den Kern der Kometen die Sterne, und zwar in unverändertem Glanze und ohne die geringste Strahlenbrechung zu zeigen, sichtbar sind. Nun kennen wir auf Erden keine Luftart, die, wenn wir sie auch noch so sehr verdünnten, nicht eine Lichtschwächung und Lichtbrechung bewirkte. Dennoch können die Kometen unmöglich massenlose, körperlose Wesen sein. Das beweisen einerseits ihre oft sehr scharfen Umrisse, andererseits schon ihre Sichtbarkeit, d. h. ihre Zurückwerfung des Sonnenlichts, die nur an körperlichen Flächen stattfinden kann, endlich die Wirkungen der Massenanziehung, die sie in unserem Planetensystem erfahren, die Verzögerung oder Beschleunigung ihres Laufes durch die Weltkörper, denen sie begegnen. Freilich muß diese Körperlichkeit eine außerordentlich geringe sein, da trotz der schärfsten Beobachtung sich noch nicht die geringste Spur einer Rückwirkung ihrer Massen auf die großen planetarischen Massen verrathen hat, so wenig etwa die Wirkungen eines Thautropfens oder eines Sandkorns an einem mächtigen Felsen wahrgenommen werden. Es ist Ihnen vielleicht bekannt, daß der Astronom es versucht hat, die Weltkörper zu wägen, und ich werde Ihnen später zeigen, daß er bei den Planeten und selbst bei fernen Fixsternen darin ziemlich glücklich gewesen ist. Aber bei den Kometen haben diese Versuche immer nur zu negativen Resultaten geführt, d. h. sie haben selbst bei einem so großen Kometen, wie der von 1770, ergeben, daß seine Masse noch nicht den 5000. Theil der Erdmasse betragen kann. Es bleibt uns also Nichts übrig, als den Kometen eine Dünnheit zuzuschreiben, welche für irdische Stoffe keine Vergleichung mehr zuläßt, eine Dünnheit, welche vielleicht mehrere tausend Male selbst unsere verdünnteste Luft übertrifft. Wollen Sie sich durchaus ein Bild von der Massenhaftigkeit jener gefürchteten Weltkörper verschaffen, so denken Sie sich meinetwegen eine Luftblase gegenüber dem dichtesten und schwersten irdischen Metall, dem Golde oder Platin."

„Sie werden fragen: Wozu das Alles? Nun, ich wollte Ihnen eine Vorstellung von der Natur des Raumes verschaffen, den wir zu durchwandern haben. Sie werden zugeben, daß, wenn eine so dünne und zarte Körperlichkeit

Digitized by Google

in jenen Räumen sich behaupten und ungehemmt und ungestört in geregelten Bahnen sie durchschweben soll, diese umgebenden Räume von noch weit dünnerer und zarterer Natur sein müssen, als das, was in ihnen als abgeschlossener Körper gilt. Leer, stoffles kann aber dieser Raum nicht sein. Das lehrt schon die wirkliche Beobachtung einer Verzögerung in dem Laufe eines Kometen, die bisher noch in keiner andern Weise erklärt werden konnte, als durch ein widerstehendes Mittel. Darauf scheint auch die Verdunstung mächtiger Kometenschweife hinzudeuten. Das beweist aber am unwiderleglichsten das wogende Meer der Licht- und Wärmewellen, die von Ewigkeit her und aus unendlichen Fernen von Stern zu Stern, von Sonnen zu Planeten strömen. Ist das Licht einmal, wie es auf dem heutigen Standpunkt der Wissenschaft unumstößlich erscheint, als Bewegung erkannt, so fordert diese Bewegung auch einen Träger, einen Stoff, und diesen raumerfüllenden, stofflichen Träger des Lichts hat man Aether genannt. Wollen Sie es versuchen — und Sie können es, wenigstens mit dem Verstande, freilich nicht mit der Phantasie, die vor solchem Abgrunde zurückschrecken würde — wollen Sie es versuchen, sich diesen Aether weiter auszumalen, so denken Sie daran, daß selbst die Atmosphäre, die unsere grobe Erde zunächst umgiebt, mehrere tausend Mal dünner ist, als die mittlere Dichtigkeit des Erdkörpers selbst. Verdünnen Sie sich also auch diesen Aether in entsprechender Weise, damit die freilich an sich schon ziemlich ätherischen Kometen darin schwimmen können."

„Lieber Freund," unterbrach mich eine meine Zuhörerinnen, „ich muß Ihnen gestehen, meine Reiselust beginnt etwas zu schwinden. Geben Sie uns einen Ersatz für die liebe Himmelsluft, die Sie so kaltblütig aus dem himmlischen Inventarium streichen, da Sie uns doch unmöglich zumuthen wollen, Kometen zu werden, um in Ihrem Aether existiren zu können!"

„Im Gegentheil," fuhr ich fort, „muß ich Ihnen noch mehr von dem rauben, woran Sie Ihre irdische Behaglichkeit zu knüpfen gewohnt sind. Der Name „Aether" könnte leicht eine ganz falsche Vorstellung von den Wärmeverhältnissen des Weltraums in Ihnen erregen, und Sie könnten an eine Feuerluft denken, wie sie die Alten sich vorstellten. Sie scheinen zu bezweifeln, daß man im Stande sei, über die Temperatur des Raumes irgend eine Gewißheit zu erlangen. Unmittelbar mit dem Thermometer können wir es freilich nicht, wohl aber durch Schlüsse, die sich auf irdische Verhältnisse gründen. Die von den Sonnenstrahlen erwärmte Erdoberfläche und der Luftkreis selbst bis zu seinen höchsten Schichten strahlen beständig Wärme gegen den freien Himmelsraum aus. Der Wärmeverlust, den unsere Erde erleidet, muß offenbar dem Temperaturunterschiede des Weltraumes und der Luftschichten entsprechen. Die niedrigste Temperatur unserer Erde wird darum gewissermaßen eine Ausgleichung beider Wärmequellen bezeichnen und also dem höchsten Temperaturgrade des Weltraumes nahe sein. Zugleich wird jene Welttemperatur auch nicht allzu tief unter diesen höchsten Kältegraden liegen dürfen, da die Wärmeverluste der Erde sofort in erschreckendem Maße wachsen müßten. Somit ergiebt sich uns für die

Digitized by Google

Temperatur des Weltraumes etwa eine Temperatur von — 50 bis 60° des hunderttheiligen Quecksilberthermometers, eine Kälte, wie sie nur an seltenen Tagen in den fürchterlichen Einöden Sibiriens oder der eisigen Inselwelt des nördlichen Amerika beobachtet worden ist. Wir wollen aber diese Angabe nicht blos als eine annähernde, sondern auch nur als eine durchschnittliche gelten lassen. Denn auch der Astronom muß zugeben, daß die Wärmequellen des Weltraumes manchfaltige und wechselnde sind. Ich will hier gar nicht einmal einen so besondern Werth legen auf die eigenthümlichen, im Innern und an der Oberfläche der Weltkörper beständig stattfindenden, von Humboldt als elektromagnetisch bezeichneten Prozesse, welche uns aus den weitesten Fernen des Himmelsraumes als Licht kund werden, wiewol auch sie nach heutigen physikalischen Begriffen ohne Wärmeentwicklung nicht denkbar sind. Aber jedenfalls werden Ihnen als solche Wärmequellen wirkliche Verdichtungsprozesse einleuchten, wie sie offenbar dort oben stattfinden. Denn jede Verdichtung, jeder Uebergang des Gasförmigen oder Flüssigen zum Starren ist von einer Wärmeentbindung begleitet. Der große Herschel wurde freilich durch seine Phantasie zu weit geführt, wenn er da, wo sein Fernrohr ihm die Lichtnebel des Himmels nicht mehr in Sternschwärme auflösen wollte, sofort sich verdichtenden und gestaltenden Weltdunst oder kosmischen Nebel erblickte. Aber die Urgeschichte unserer Erde und was wir von den Oberflächen der Planeten wissen, weist uns ja darauf hin, daß aus dunstförmigem Zustande Erde und Planeten erstarrten, und daß sie dem Gestaltungsprozesse der sich ballenden Materie den Ursprung ihrer innern Wärme verdankten. Warum soll also nicht auch in den fern aufglimmenden Punkten des Himmels solch ein Verdichten und, ich möchte sagen, Aufrollen von Nebeln stattfinden, das für gewisse Regionen des Weltraums natürlich auch eigenthümliche Wärmeverhältnisse bedingen wird! So machen Sie sich denn also gefaßt, auch verschiedenen Wärmestrichen auf unserer Wanderung durch den Himmelsraum zu begegnen. Freilich werde ich Ihnen unter allen Umständen nach irdischen Begriffen kaum größere Behaglichkeit versprechen können, als sie etwa ein sibirisches Winterklima zu bieten hat."

„Nun, das muß ich gestehen," fiel mir meine Freundin ein, „Sie wenden wahrhaftig keine Lockmittel an, um für Ihre Wanderung zu werben, und ich möchte Ihnen rathen, in dieser Weise kein irdisches Reisehandbuch zu schreiben. Denn jetzt wäre ich doch neugierig, was Sie uns noch von irdischer Luft zu rauben vermöchten."

„O, doch noch eines, liebe Freundin," entgegnete ich lächelnd, „das Licht, — ich meine nicht den strahlenden Glanz der Gestirne, sondern das milde, süße Himmelslicht, das die irdische Atmosphäre erfüllt, das dem Himmel sein sanftes Blau und der Flur den prangenden Farbenschmuck leiht, das wie ein duftiger Schleier alle irdischen Dinge umfließt! O, Sie wissen noch gar nicht, was wir Menschen an dieser Atmosphäre haben! Nicht die Boten des Himmels selbst, die zarten Lichtwellen sind es, die Sie erblicken, sondern nur ihr Abglanz, die erleuchtete Luft schafft unsere Tageshelle. Könnten Sie sich nur einmal in

Digitized by Google

einem Luftballon über die dichteren Dunstschichten unserer Atmosphäre erheben, da würden Sie das Blau des Himmels schwinden sehen, eine dunkle, schwarze Nacht würde Sie umfangen, aus der in ungetrübtem, blendendem Glanze die scharf begrenzte Sonnenscheibe mitten in dem Heere der nicht mehr funkelnden, sondern ruhig glimmenden Sterne Ihnen entgegenstrahlte. Solch eine ewige Sternennacht erwartet uns auch dort oben. Tag und Nacht, wie sie uns Menschen einzig taugen, auf sie verzichte, wer sich zu den Räumen des Aethers emporschwingt! Nacht und Schweigen, das ist der Charakter des Aethers; kein Laut, kein Ton dringt dort in unser Ohr, kein Sonnenstäubchen durchzittert den schweigenden, ruhenden Ocean!"

„Also ohne Luft, ohne Licht, ohne Laut, eisig, dunkel, todtenstill! — eine solche Welt sollen wir gegen diese meinetwegen grobmaterielle, geräuschvolle und staubige, aber doch so liebe und schöne irdische Heimath eintauschen!" — entgegnete neckisch herausfordernd meine Freundin. „Ich will zwar nicht fragen, wie Sie uns dort oben erhalten wollen, wo mir doch selbst für Ambrosia und Nectar wenig Aussicht scheint; aber sagen Sie mir um des Himmels willen, mit welcher künstlichen Flugmaschine können Sie uns hinauf expediren? Selbst die Flügel des Sturmwindes haben Sie sich ja unmöglich gemacht, da Sie jenen Räumen die Luft streitig machen!"

„Die Flügel des Sturmwindes?" erwiderte ich. „Liebe Freundin, auf diese würden Sie selbst bald verzichten, wenn Sie an die Größe der Strecken, an die Unermeßlichkeit der Räume dächten, die wir zu durchwandern haben. Der Sturmwind? Nun ja, er mag manchmal 50, 60 Fuß in 1 Sekunde, er mag ganze Länder in wenigen Stunden durchfegen; aber für unsere himmlischen Räume würde er nicht einmal zu einer Spazierfahrt taugen. Selbst zu unserem nachbarlichen Monde würde er uns erst in $9^1/_2$ Monaten hinauftragen. Aber wir wollen weiter, viel weiter; wir haben keine Zeit, uns an solchen Schneckenschritt zu binden. Haben Sie etwa 315 Jahre zu leben, um auf den Flügeln des Sturmwindes auch nur zur Sonne zu kommen?"

„Wahrhaftig!" fiel mir eine meiner Zuhörerinnen ins Wort, „Sie hätten Ihren Rath sparen können, unsere Phantasie zu Hause zu lassen. Sie würde uns bald genug von selbst im Stiche gelassen haben. Meine wenigstens, muß ich gestehen, ist bereits sehr bedenklich geworden. Sie weiß mir keine Flügel mehr zu ersinnen, die nach Ihrer Schilderung in jenen Räumen zu tragen vermöchten."

„Gerade so rathlos, meine Freunde," fuhr ich fort, „standen auch einst, d. h. vor Jahrtausenden, unsere Vorfahren in mancher heitern Sternennacht, sehnend den Blick zum Horizont gerichtet, wo vor Kurzem der glühende Sonnenball niedersank. Da ward es ihnen plötzlich, als nahten hülfreiche Geister, als flüsterte es leise um sie: Wir sind Boten von dort oben, wir wollen euch tragen; versucht es nur, vertraut euch unseren zarten Wellen, und ihr werdet auf ihnen gleiten zu jenen Wunderwelten, von denen wir stammen! Wer seid ihr, himmlische Wesen? fragten unsere Ahnen erstaunt. Ihr saht uns oft, erwiderten sie, wir spielten und plauderten mit euch; aber ihr achtetet unserer nicht, ihr ver-

Digitized by Google

standet uns nicht, weil ihr die Sehnsucht nicht kanntet. Wir sind die Lichtstrahlen jener Welten, die auf den Wellen des Aethers hin und wieder schweben. Nun begannen die sinnreichen Versuche, die Lichtstrahlen zu zähmen und einzuspannen. Hatte es aber schon Jahrhunderte langer gefahrvoller Mühen bedurft, die groben und schweren Wellen des Meeres unter die Herrschaft des Menschen zu beugen, so war es doch noch schwieriger, den flüchtigen Aetherwellen beizukommen. Endlich aber war die Kunst ihrer Zähmung gefunden. Getrost schwang man sich auf den Rücken des Lichtstrahls, und kaum eine Sekunde dünkte verflossen, da war man bereits am Monde vorübergesaust; noch hatte man nicht 500 gezählt, da schwebte schon der ungeheure Sonnenball vor den erstaunten Blicken. Bald entschwand auch dieser wieder, und immer tiefer tauchte der Mensch vom Lichtstrahl getragen in die Nacht des unendlichen Raumes. Die Planeten flogen an ihm vorüber gleich den Wärterhäuschen an einer Eisenbahn; er durchschnitt einen Schwarm zahlloser Feuerkugeln und Sternschnuppen; er eilte vorüber an jenen Bruchstücken eines zertrümmerten Planeten, deren Entdeckung die Astronomen der letzten Jahrzehende so lebhaft beschäftigt hat, und deren trotz ihrer Kleinheit bereits 51 in ihren Archiven verzeichnet stehen. Er flog an dem mächtigen Ball des Jupiter und seinen Monden, am Saturn mit seinen seltsamen Ringen, am Uranus mit seinen 42jährigen Tagen und Nächten vorüber und nahte dem äußersten Planeten unsers Sonnensystems, dem erst jüngst durch einen der höchsten Triumphe menschlicher Wissenschaft den Erdbewohnern bekannt gewordenen Neptun. Ueber $4^1/_4$ Stunden waren verflossen, seit er mit seinem ätherischen Nesse von der Erde aufbrach, und noch schimmerte ein reiches Ziel in unendlicher Ferne.

Ohne Rast eilte er weiter. Er stürzte sich in das Gewühl der zahllosen Kometen, die nach allen Seiten hin jene Räume durchstreifen; er tauchte in ihre Millionen Meilen langen Schweife und ergötzte sich an den seltsamen Gestalten und dem luftig zarten Stoff ihrer Kerne, gegen welchen der feinste Nebel auf unserer Erde noch dicht zu nennen wäre. Er grüßte den gesegneten Kometen des Jahres 1811 mit seinem prachtvollen Doppelschweife, der wie ein glänzender Schleier seinen Kopf umwallte. Er drang mitten durch das Herz des gefürchteten Kometen von 1556, der einst Kaiser Karl V. zur Niederlegung seiner Krone bestimmte, und dessen erwartete Wiederkehr noch in unseren Tagen der Aufklärung Millionen Herzen mit Angst und Schrecken erfüllte. Tage lang sauste er, vom Lichtstrahl getragen, in schwindelnden Fluge dahin, und immer wieder tauchten neue Kometen in den Tiefen des Raumes auf, Kometen, die vielleicht erst nach Jahrtausenden irdischem Auge erscheinen werden. Trotz des schwindelnden Fluges waren also noch nicht einmal die Grenzen unsers Sonnengebietes erreicht.

Da schaute er denn zurück auf das Weltengewühl, das er verlassen, auf die Tausende bunter Weltenformen, hier in dichte, schwere Kugeln geballt, dort ätherisch leicht in ungeheure Räume ausgedehnt, alle von einer Ordnung, einem Willen umfaßt, alle einer mächtige Herrscherin, der Sonne, huldigend und

Digitized by Google

sie umkreisend, wie an unsichtbaren Fäden gezogen. Endlich schwanden auch die letzten vereinzelten Wanderer dieses Reiches hinter dem kühnen Lichtreisenden. Eine fremde Welt nahm ihn auf. Der Flug des Lichtes erlahmte in dieser weiten Einöde, und noch immer derselbe Sternenschimmer in derselben nebelnden Ferne! — Was ist das für ein glänzender Stern dort gerade vor uns, dem wir entgegen zu eilen scheinen? fragt er seinen ätherischen Freund. — Den solltest du doch kennen, flüstert der Lichtstrahl, deine irdischen Brüder im Süden sind ja so stolz auf diesen funkelnden Schmuck ihres Himmels, den prächtigen Stern des Centauren! Das ist übrigens in der That unser nächstes Reiseziel, der erste Ruhepunkt, den wir in weitem Umkreise finden werden. Viertehalb eurer Erdenjahre sind freilich verflossen, seit diese Lichtstrahlen, die hier an uns vorübergleiten, von jener Nachbarwelt ausgingen. — Viertehalb Jahre? — fragte der Wanderer erstaunt. — Und wie lange soll unser Flug währen, bis wir in die schimmernden Nebel der Milchstraße eintauchen, die mir noch immer gerade so fern dünkt, als sie mir auf Erden schien? — Wol tausend Jahre, erwiderte der Lichtstrahl gleichgültig — eine Kleinigkeit für uns Kinder der Unendlichkeit! — Aber eine Ewigkeit für uns Kinder der Erde! — rief der kühne Himmelsstürmer erschreckt, und der Flug des Lichtes, der ihm eben noch Schwindel erregte, dünkte ihm jetzt nur noch ein langweilig schleichender Schneckenschritt. — Warum wagst du dich in diese Räume, wenn die Ewigkeit dich schreckt? — spottete der Lichtstrahl. Sieh, achttausend Jahre lang fliegen wir von einem Ende dieses Weltenreiches — denn dieses Gewirr glänzender Punkte, das du um dich siehst, ist ein solches — von einem Ende des schimmernden Weltenringes, den du Milchstraße nennst, zum andern. Und jenseits grüßen uns wieder neue, größere Weltensysteme; dir dünken sie freilich nur Nebel. Millionen Jahre müßten wir reisen, um Kunde von dort zu holen.

Nicht umsonst sollst du gewarnt haben, dachte der Mensch, und er erinnerte sich jener schönen nordischen Sage, welche den schnellsten Läufer des erd- und meererschütternden Thor durch einen unbekannten Gegner im Wettlaufe besiegen läßt. Dieser unbekannte schnellfüßige Sieger war der Gedanke! Du magst gut sein, rief er verächtlich dem Lichtstrahl zu, als Bote von Welt zu Welt zu wandern und die Sehnsucht und das Leben der Welten zu verkünden; aber dem forschenden Menschengeiste bist du ein träger Geselle. Nur der Gedanke mag ihn durch die Räume des Himmels tragen.

Auf flüchtigeren Schwingen schwebte der Mensch nun dahin zu den funkelnden Sternen. Erde und irdisches Maß waren vergessen. Frei schweifte er rechts und links, hier und dorthin, dem Zuge der Neugier folgend. Riesige Sonnen, hundertmal an Glanz und Größe die bekannte übertreffend, begegneten ihm; dichter und dichter schaarten sich die Welten und vereinigten sich zu Gruppen, die in lustigem Tanze durch einander wirbelten. Hin und wieder fing er wol auch einen Lichtstrahl auf, der aus den fernen Nebelregionen herüber kam, und er forschte ihn aus und erhielt Kunde auch von den Wundern jener Ferne, für welche die Phantasie vergeblich nach Bildern suchen würde."

Digitized by Google

„Sie haben uns da ein Mährchen erzählt" —

„Unser eigenes Reisemährchen," fiel ich schnell ein, in dem Sie alle Ihre Rolle übernehmen sollen. Ich denke, Sie werden mich schon verstanden haben, und werden es noch besser, wenn ich mich prosaischer ausdrücke. Was ich Ihnen von dem wunderbaren Fluge des Lichtes erzählte, war schon nüchterne Prosa. Jene eigenthümliche Wellenbewegung, die wir Licht nennen, wenn sie von den mitschwingenden Nerven unsers Auges empfunden wird, besitzt in der That eine solche Geschwindigkeit, die von unserer Phantasie nicht mehr erfaßt, von der Wissenschaft aber dennoch gemessen werden kann. Sie fragen, wie das möglich sei? Nun, denken Sie sich eine Erscheinung am Himmel, die regelmäßig nach unabänderlichem Gesetz und ohne ihren Ort wesentlich zu verändern, in bestimmten Zeiträumen sich wiederholte, denken Sie sich dann, wir könnten während solcher Zwischenzeiten uns eine Strecke weit entfernen, so weit freilich, daß es für die Geschwindigkeit des Lichtes noch von einiger Bedeutung bliebe; so würden wir doch offenbar die wiederkehrende Erscheinung nicht mehr in den gleichen Perioden, sondern bei jeder Wiederkehr etwas verspätet beobachten. Diese Verspätung nun würde im Verhältniß zu der vergrößerten Entfernung natürlich die Geschwindigkeit des Lichtes messen. Eine solche Erscheinung giebt es am Himmel in der That, und sie gewährte schon vor 180 Jahren das Mittel zur Messung dieser geschwindesten aller Bewegungen. Dort oben im Südwesten steht der Jupiter, und in seiner Nähe würde das Fernrohr Ihnen seine 4 Monde entdecken, die ihn nach ewigen Gesetzen umkreisen, gerade wie unser Mond unsere Erde, der nächste jedesmal in 42 Stunden 28 Minuten. Bei jeder Umkreisung tritt dieser Mond seiner großen Nähe wegen einmal in den Schatten seines gewaltigen Hauptplaneten; der Astronom sieht ihn verfinstert. Genau wie der Lauf des Mondes sollten nun auch diese Verfinsterungen eintreten, und der Uhr und dem Auge des gewöhnlichen Beobachters würde es freilich auch so scheinen. Aber der Astronom sieht und mißt anders. Der dänische Astronom Olaf Römer beobachtete schon im J. 1675, daß der Eintritt der Verfinsterung sich regelmäßig um 14 bis 15 Sekunden verzögerte, wenn die Erde sich in ihrem Laufe vom Jupiter in gerader Richtung entfernte. Was war also einfacher, als diese Verzögerung aus der Zeit zu erklären, welche das Licht des Jupiter und seines Mondes zum Durchlaufen dieses größern Raumes gebrauchte? Die Erde hatte sich aber in den 42 Stunden 28 Minuten um 590,000 Meilen entfernt, das Licht hatte also in jeder Sekunde etwa 42,100 Meilen zurücklegen müssen. Das ist freilich eine Geschwindigkeit der Bewegung, wie sie uns für irdische Verhältnisse kaum meßbar erscheint, die millionenmal die Geschwindigkeit des Schalls, 10,100 Mal den Flug der Erde auf ihrer Bahn übertrifft!"

„Was Ihr Naturforscher nicht Alles zu messen versteht!" unterbrach mich eine meiner aufmerksamen Zuhörerinnen. „Freilich kommt Euch dabei die ungeheure Ausdehnung des Weltraumes zu Statten, durch die Ihr jeden Augenblick in eine meßbare Zeit zu dehnen vermögt. Aber wunderbar ist Euer Scharfsinn

Digitized by Google

doch, und verwundern sollte es mich nur, wenn unter Euren Händen nicht einmal die Gedankenblitze des Dichters eben so wie die Lichtblitze der Sterne in Zahlen erstarrten!"

„Das ist in der That nichts so Unmögliches!" erwiderte ich. „Gebt uns eine Bewegung, und wir wollen die Uhr schon finden, an der wir sie messen. Der Ungeheuerlichkeit des Raumes bedarf es bei uns gar nicht einmal. Die Wissenschaft weiß nicht blos den Flug des Lichtes für Strecken, wie von der Sonne zur Erde, sondern sogar für kurze irdische Strecken, für Strecken von 12 Fuß zu messen. Denken Sie, was das heißt! Eine solche Strecke entspricht für den Flug des Lichtes ungefähr dem 77,000,000. Theile einer Sekunde! In der That, die Wissenschaft hat selbst in ihren großartigsten Schöpfungen nichts Sinnreicheres erdacht, als die Uhr, welche Millionstheile einer Sekunde zählen lehrt! Die Kunst dieser Messung beruht einfach in der Umwandlung der Zeit in scheinbare Raumdistanzen, und das Mittel zu dieser Verwandlung ist eine meßbare Bewegung von außerordentlicher Geschwindigkeit. Sie werden leicht begreifen, daß man mit Hülfe zweckmäßig verbundener Zahnräder im Stande ist, Umdrehungen von beliebiger Geschwindigkeit hervorzubringen. Man hat Apparate gebaut, in denen ein Cylinder in jeder Sekunde 1000—1500 Umläufe um seine Axe vollendet. Ist nun der Umfang eines solchen Cylinders selbst wieder eingetheilt, meinetwegen in 360 Grade, so entspricht jeder Theilstrich des rotirenden Cylinders dem 360,000. resp. 540,000. Theile einer Sekunde. Nimmt man das Mikroskop zu Hülfe, so kann man noch kleinere Theile unterscheiden, die also recht gut Zehn- und Hundertmillionsteln der Sekunde entsprechen können. Ist also ein Ereigniß von so außerordentlich kurzer Zeitdauer zu messen, so genügt es, seinen Anfang und sein Ende sich selbst durch Marken, etwa durch die von elektrischen Funken zurückgelassenen Punkte, verzeichnen zu lassen, und der Abstand dieser Marken von einander wird den sichersten Schluß auf die verflossenen Zeittheilchen gestatten. Die Messung der Lichtgeschwindigkeit erfordert statt des rotirenden Cylinders einen rotirenden Spiegel. Erzeugt man nun an einer und derselben Stelle schnell hinter einander zwei Lichtblitze, etwa zwei elektrische Funken, oder läßt man, wie es hier der Zweck erfordert, einen solchen dicht vor dem rotirenden Spiegel erzeugten Funken von einem 6 Fuß entfernten ruhenden Spiegel zurückwerfen und also nach einem Umwege von 12 Fuß auf dieselbe Stelle des rotirenden Spiegels zurückkehren, so werden diese beiden Funken, in dem rotirenden Spiegel gesehen, nicht mehr an derselben Stelle erscheinen, wenn in der Zwischenzeit der Spiegel nur irgend merklich seine Lage ändern konnte. Durch ein Fernrohr läßt sich aber der Abstand dieser Bilder genau beobachten, der Winkel unter dem sie erscheinen, messen, die vom Spiegel durchlaufene Strecke und damit endlich die zwischen ihren Erscheinungen verflossene Zeit berechnen."

„Ist das nicht wirklich ein poetischer Aufschwung, den die Wissenschaft nimmt?" unterbrach mich mein dichterischer Freund. „Für sie giebt es auf diese Weise keinen Raum und keine Zeit mehr. Um die unermeßlichen Fernen

Digitized by Google

des Himmels zu messen, verwandelt sie den Raum in Zeit, und Augenblicke dehnt sie in ein Maß, indem sie ihnen räumlichen Ausdruck verleiht. Sie spielt mit Millionen Meilen und findet Ruhepunkte in dem Lichtblitz eines Momentes!"

„Aber diese wissenschaftliche Poesie ist eine bedeutungsvolle," fuhr ich fort. „Sie haben gesehen, was die Blitzesschnelle des Lichtes für eine Bedeutung in dem Raume des Himmels erlangte, wie dieser Flug erlahmte und Jahre, Jahrhunderte und Jahrtausende bedurfte, um von Stern zu Stern zu eilen und die Welten trennenden Räume zu durchmessen. Hier wird auch der Lichtstrahl zu einem hinkenden Boten, der nur längst vergangene Dinge berichtet. Jene flimmernden Sterne sind nur noch die abgelösten Bilder einer vieltausendjährigen Vergangenheit, die Welten, die sie abspiegeln, sind vielleicht längst andere geworden, längst zertrümmert, und nur die kurzen Jahrtausende unserer Beobachtung erfuhren noch Nichts davon. Könnten wir jeden Lichtstrahl, der von dort herniederschießt, belauschen, könnten wir ihn auf seinem schwindelnden Fluge begleiten, er würde die ganze Geschichte des Weltalls und unserer Erde wie ein Gemälde vor unseren Blicken aufrollen. Wir würden ja alle den Lichtstrahlen begegnen, die von Augenblick zu Augenblick seit Millionen von Jahren bis heute von unserer Erde und von den Sternenwelten ausgegangen sind, und die uns die Bilder aller dieser Zeiten abspiegeln würden von den wirbelnden Nebeln des ersten Chaos bis zu den Feuergeburten unserer Erde."

„Ist das die Prosa, mit der Sie uns drohten?" fragte meine schelmische Zuhörerin, als ich schwieg.

„Warum nicht?" erwiderte ich. „Ich wollte Ihnen nur ein Bild von der Räumlichkeit des Gebietes entwerfen, das wir bereisen wollen, und Sie meinen freilich, ich hätte im Spiel mit Unendlichkeiten diese Reise vergessen. Aber das Mährchen, das ich Ihnen erzählte, zeigt Ihnen im Ernst die Mittel, mit denen man allein dort reisen kann. Wir müssen uns der Lichtstrahlen bemächtigen, sie gleichsam zum Sprechen bringen, damit sie uns führen. Wie das geschehen kann, welche Künste die Wissenschaft ersonnen hat, diese geflügelten Geschöpfe zu zähmen, das sollen Sie erfahren. Mit einem Worte, Sie sollen selbst beobachten, selbst schauen. Wenn uns die Beobachtung dann im Stich läßt, wird der Gedanke in sein Recht treten — aber verstehen Sie wohl, der wissenschaftliche Gedanke, der auf ewige Zahlen sich gründet, und in dem Spiegel des Gesetzes schaut, was dem Auge verborgen bleibt, durch Schlüsse eindringt in Tiefen, wo der Lichtstrahl erlahmt."

„Sie sehen, es giebt noch Manches zu thun, ehe wir unsere Reise antreten können, und wenn Sie auch nicht gerade Meister in der Kunst, auf Lichtstrahlen zu reiten, zu werden brauchen, so muß ich Sie doch erst sattelfest machen. An einem unserer nächsten Abende soll das geschehen."

Digitized by Google

Sternbild des Orion und seine Umgebung.

Drittes Kapitel.

Die Sternbilder.

Einer der reizendsten Augustabende hatte abermals seine reiselustige Gesellschaft zusammengeführt und zwar diesmal auf einem freiliegenden Hügel in der Nähe der Stadt. Noch einige Stunden vorher hatte ein heraufziehendes Gewitter unsere heutige Unterhaltung zu verhindern gedroht. Aber gerade dies hatte mich in der Wahl meines heutigen Vortrages geleitet und mich bestimmt, eben diesen Versammlungsort anzugeben. Die Nacht versprach ja nun um so klarer und durchsichtiger zu werden. Der Lichtschleier, der uns sonst die nächtlichen Heere des Himmels fast entzogen hatte, war heute gefallen, und in reinem Dunkelblau funkelte Stern an Stern.

„Also heute werden Sie uns reiten lehren?“ war die scherzhafte Frage, mit der man mich bei meinem Erscheinen begrüßte.

Digitized by Google

„Habe ich Sie denn in eine Reitbahn geführt?“ entgegnete ich, „oder glauben Sie, daß Sie auf einem Lichtstrahl ohne Sattel und Riemzeug reiten können? Sie müssen mich entschuldigen, wenn ich diesen Unterricht noch ein wenig aufschiebe. Die heutige Nacht schien mir zu günstig für eine andere Anleitung, die ich Ihnen doch noch vor unserer Reise geben muß. Uebrigens hat diese noch eine gewisse poetische Seite, und da Sie wahrscheinlich Ihre Phantasie noch ganz in der Nähe haben, so wollte ich damit herausrücken, ehe ich sie Ihnen durch meinen Reitunterricht vielleicht gänzlich verscheuche.

Wenn man ein fremdes Land bereisen will, so meine ich, ist immer das Erste, was man zu thun hat, daß man sich im Voraus in diesem Lande zurecht zu finden sucht, daß man sich ein Bild von der Lage und Vertheilung der Berge, Flüsse, Ortschaften desselben verschafft. Wenn ich in eine Berggegend komme, so suche ich für meinen Theil immer so bald als möglich irgend einen hohen Punkt zu erreichen, nicht etwa, wie es die meisten Touristen thun, um nachher damit prahlen zu können, daß ich so und so viele tausend Fuß über den Köpfen anderer Leute gestanden habe, sondern um einen Ueberblick über das Ganze der Landschaft zu gewinnen, um mich über die Beziehungen der Einzelnheiten zu der Gesammtheit zu unterrichten. Wer das unterläßt, läuft immer Gefahr, mehr oder minder plan- und ziellos in dem fremden Lande umherzuirren. Ist das Land aber zu groß, um es mit einem Blick überschauen zu können, oder fehlt mir jeder bekannte Anhaltepunkt, an den ich die bekannten Punkte anknüpfen könnte, so muß mir eine gute Karte aushelfen. Freilich finde ich die Namen, die darauf verzeichnet sind, die bunten Linien, welche Provinzen und Kreise darauf abgrenzen, nachher in der Wirklichkeit nicht wieder; aber sie dienen meinem Gedächtniß doch als Merk- und Wahrzeichen, nach denen ich mich sowol im Einzelnen als im Ganzen zu orientiren vermag.

Solche Hülfsmittel werden uns nun auch für unsere bevorstehende Reise nicht fehlen. Sie damit bekannt zu machen, habe ich den heutigen Abend gewählt, wo eine reine und heitere Atmosphäre ganz besonders zu einer Aussicht einladet.

Dieser Hügel, auf dem wir stehen, oder besser gesagt, diese ganze Erdkugel ist unsere hohe Warte, und wenn nicht unter uns, doch über uns breitet sich die ganze weite Himmelslandschaft aus, die wir durchwandern wollen. Sie schauen weit hinaus in das Land bis in verschwimmende Tiefen. Aber nicht wahr, es ist doch ein wesentlich anderer Eindruck, als der, welchen Sie empfangen, wenn Sie auf eine unserer irdischen Hügellandschaften hinausschauen? Sie vermissen hier jede Perspective; Sie sehen wohl ein Nebeneinander der Dinge, aber empfinden Nichts von ihrem Hintereinander; Sie unterscheiden wohl größere und kleinere Punkte, wagen aber doch nicht über wirkliche Größen oder Entfernungsverhältnisse zu urtheilen. Woran kann das liegen? An dem Mangel von Vergleichsgegenständen doch nicht allein! Sie würden auch in einer Ihnen völlig fremden Berglandschaft, wo Ihnen die Höhe oder Entfernung auch nicht eines einzigen Berges bekannt wäre, sich doch bald in die räumlichen Verhältnisse zu finden wissen und keinen Augenblick den fernen Berg für näher halten

Digitized by Google

als den wirklich nahen. Es ist eben das, was der Maler die Luftperspective nennt, was Ihnen dieses Bild der Körperlichkeit verschafft; es ist der eigenthümliche Ton der Färbung, es sind die Unterschiede der Beleuchtung, die Schlagschatten, welche es machen, daß die fernen Gegenstände sich noch so deutlich von einander abheben. Diese Luftperspective fehlt der Himmelslandschaft gänzlich. Darum sehen Sie hier in der That nicht leuchtende Kügelchen, sondern Scheibchen, und diese nicht hinter einander, sondern neben einander wie auf eine Fläche angeheftet. Darum macht Ihnen die Himmelslandschaft fast den Eindruck einer großen, glänzenden Himmelskarte. In der That ist zwischen dem wirklichen Anblick des gestirnten Himmels und dem einer Himmelskarte kein so wesentlicher Unterschied, wie etwa zwischen dem Anblick einer grünen irdischen Landschaft und einer Landkarte. Hier ist der Unterschied eigentlich nur der eines Originals und einer Kopie. Aber darum ist auch eben wieder eine Himmelskarte für die wirklichen Raumverhältnisse des Himmels durchaus nicht das, was eine Landkarte für die räumlichen Verhältnisse eines Landes ist. Es ist gleichsam nur das Profil einer Landschaft, das uns darin dargestellt wird. Es sind nicht die wirklichen Entfernungen, nicht die wirklichen Größen, die wir hier verzeichnet finden, und die Figuren, welche die einzelnen Punkte hier mit einander bilden, müssen wir gleichsam nach der Tiefe hin auflösen, um eine Vorstellung von der Wahrheit zu gewinnen. Darum vermag uns eine solche Himmelskarte auf einer Wanderung durch die Himmelsräume auch Nichts weiter zu leisten, als daß sie die gemachten Erfahrungen auf das ursprüngliche Bild, das der Himmel vom irdischen Standpunkte bietet, zurückzuführen gestattet.

Diese Bemerkungen glaubte ich zum bessern Verständniß voranschicken zu müssen, ehe ich Ihnen die Sternkarten selbst vorlegte und Sie lehrte, sich mit ihrer Hülfe auf der lebendigen Sternkarte dort oben zu orientiren. Als Sie zum ersten Male eine solche Sternkarte zur Hand nahmen, werden Sie überrascht worden sein von der seltsamen Menagerie von wilden und zahmen Thieren, von Ungeheuern, Göttern und Menschen, die Sie darauf gemalt sahen, und es wird Ihnen Mühe gemacht haben, in diesem bizarren Gemisch auch nur einzelne durch Punkte angedeutete Sterne am Himmel aufzufinden. Am Himmel sehen Sie freilich Nichts von diesen Bildern, ja Sie werden meistentheils nicht einmal irgend eine Beziehung zu entdecken vermögen, in welcher die wirkliche Anordnung der Sterne zu den Umrissen dieser Figuren steht. Höchstens werden Sie bei der Krone, der Schlange, dem Drachen, vielleicht auch beim Skorpion, wenn Sie erfahren, daß dieses Bild einst einen ägyptischen Käfer, den Scarabaeus, vorstellte, einige Aehnlichkeit zwischen der Gruppirung der Hauptsterne und den Bildern, in die man sie vereinigt hat, zugeben. Auch der Stier könnte wohl in der dreieckigen Anordnung seiner Hauptsterne den Gedanken an das Skelett eines Ochsenkopfes erwecken; wenigstens scheint die Phantasie auch anderer Völker als unserer alten Kulturvölker darauf gefallen zu sein, da zur Zeit der Entdeckung Amerika's auch die Wilden am Amazonenstrome die Hyaden im Stier als Kinnlade des Tapir bezeichneten.

Digitized by Google

In diesen Sternbildern sehen Sie nun die Bemühungen eines rohen Alterthums, dem Gedächtniß bei der Erforschung des Himmels eine äußerliche Hülfe zu gewähren. Sie mögen zu einer Zeit entstanden sein, wo man noch beständig den Himmel im Auge behielt und der Phantasie, die damals jede Aufzeichnung vertreten mußte, stets durch Anschauung zu Hülfe kommen konnte. Die Geschichte weiß nicht, von wannen und woher sie stammen. Die Bibel erwähnt ihrer und die ältesten ägyptischen Baudenkmäler enthalten ihre Zeichnungen. Viele von ihnen gehören den ersten Anfängen der menschlichen Kultur an und tragen das Gepräge der Beschäftigungen und der Naturereignisse, deren einzige

Das Sternbild des Stiers *).

Verkünder und Ordner die Sterne damals waren. Der Auf- und Untergang der Sterne war den Naturvölkern für den Wechsel der Jahreszeiten, was für uns der Kalender ist. Wie der Hundsstern, wenn er an unserm Morgenhimmel auftaucht, uns heute den Anfang der Hundstage verkündet, so war er, der strahlende Sirius, den alten Aegyptern der Wächter des Jahres. Sein Wieder-

*) Bei diesem und den nachfolgenden Sternbildern sind die Größenverhältnisse der Sterne in folgender Weise bezeichnet:

Digitized by Google

erſcheinen in den Strahlen der Morgenſonne war der Vorbote der fruchtbringenden Nilüberſchwemmung und ward weithin durch eilende Boten im ganzen Lande verkündet. Unter ſeinem ſegenverheißenden Zeichen begann man das Jahr. Die Plejaden, wenn ſie kurz vor Sonnenaufgang am Morgenhimmel erſchienen, waren die Vorboten des Frühlings, der Skorpion bezeichnete den Eintritt des Winters.

Die Kultur hat zwar allmählich die Phantaſie verwäſſert und die Bedeutung jener Bilder und ihrer Spuren am Himmel verwiſcht. Der Frömmigkeit einer ſpätern Zeit erregten dieſe Reſte des Heidenthums ſogar Anſtoß, und man verſuchte nicht blos die Bilder, ſondern auch ihre Namen zu vertilgen.

Das Sternbild des Fuhrmanns.

Aber weder der chriſtliche Himmel des Augsburger Schiller mit ſeinen Erzengeln und Evangeliſten, noch der Wappenhimmel des Jenenſer Aſtronomen Weigel haben die alte Poeſie aus dem Himmel verdrängt. Selbſt über die Kataloge und Sternkarten der neuern wiſſenſchaftlichen Aſtronomie ziehen die alten Bilder noch wie Schatten dahin. Dem Laien ſind ſie, was ſie von Anfang an waren, noch immer die erſten Führer durch die Landſchaft des Himmels. So geſtatten Sie mir denn alſo, daß ich auch Ihnen mit Hülfe jener Götter- und Thier-Menagerie ein geordnetes Bild von der Gruppirung der Sterne zurecht mache.

Digitized by Google

Das einfachste Mittel, die Bilder der Sternkarte am Himmel aufzusuchen, besteht darin, daß Sie die unbekannten Sterne mit den bekannten durch gerade Linien verbinden. Ich werde Ihnen also durch bekannte Sterne die Richtungen vorschreiben, nach welchen Sie Ihre Blicke schweifen lassen sollen. Jeder von Ihnen kennt gewiß das Sternbild des großen Bären, das jetzt dort am nordwestlichen Himmel funkelt, das Siebengestirn unserer Landleute, aus dem die Phantasie der Alten bald einen Bären, bald den großen Himmelswagen gemacht hat. Wie die Sage erzählt, war es die schöne Nymphe Kallisto, welche von der eifersüchtigen Juno in eine Bärin verwandelt und, als solche von ihrer Freundin

Das Sternbild des großen Bären.

Diana erlegt, von Jupiter zur Versöhnung ihres Mißgeschicks unter die Sterne versetzt wurde. Die 3 hellen Sterne, welche den Schwanz des Bären oder nach der andern Vorstellung die Deichsel des Wagens bezeichnen, haben schon von den Alten besondere Namen erhalten; sie heißen Benetnasch, Mizar und Alioth. Die 4 anderen Sterne, welche ein unregelmäßiges Viereck bilden und als die Räder des Wagens vorgestellt werden müssen, führen gleichfalls besondere Namen, die beiden vorderen Megrez und Phegda, die beiden hinteren Dubhe und Merak. Dicht über dem mittlern Sterne des Schwanzes, dem Mizar, steht noch ein kleiner Stern, Alkor oder das Reiterlein, den Sie freilich schwerlich neben dem Glanze des Mizar erkennen werden. Die Araber nennen ihn,

Digitized by Google

wie Humboldt erzählt, Saidak, d. h. den Prüfer, weil man an ihm die Sehkraft zu prüfen pflegte. Die alten Griechen, die keine Fernröhre besaßen, kannten ihn wohl, und unter den Tropen, namentlich in der reinen Luft der Cordilleren, erblickte ihn Humboldt jeden Abend deutlich mit unbewaffnetem Auge.

Das Sternbild des großen Bären, das Sie jahraus jahrein in Sommer- und Winternächten am nördlichen Himmel kreisen sehen, soll uns nur den Ausgangspunkt für unsre Recognoscirungen am Himmel bilden. Denken Sie sich also zunächst die gerade Linie, welche die beiden äußersten hellen Sterne des großen Bären, Merak und Dubhe, verbindet, nach Norden hin verlängert, so wird Ihr Blick zu einem hellen Sterne hinüberschweifen, der den Endpunkt einer dem großen Bären ähnlichen, nur entgegengesetzt gerichteten Figur bezeichnet. Dieser Stern ist der Polarstern, das Sternbild der kleine Bär. Der Sage nach ist es der Sohn der Kallisto, den sie als Bärin gebar und der mit der Mutter an den Himmel versetzt wurde. Wenn Sie nun durch diesen Polarstern eine Linie von dem ersten Schwanzsterne des großen Bären, dem Alioth, ziehen, so treffen Sie auf eines der reichsten und glänzendsten Sternbilder des nördlichen Himmels, die Cassiopeja. Es sind 5 helle Sterne, welche in ihrer Anordnung ungefähr einem lateinischen W gleichen, auch einigermaßen mit einem umgekehrten Sessel verglichen werden können. Verbinden Sie nun die beiden letzten und hellsten dieser 5 Sterne durch eine gerade Linie, so gelangen Sie in der Richtung derselben zu einem ziemlich hellen Sterne, der mit zwei anderen ein sehr stumpfes gleichschenkliges Dreieck bildet, durch welches das zwischen dem kleinen Bären und der Cassiopeja befindliche Sternbild des Cepheus kenntlich ist. Ziehen Sie dann eine Linie von dem Polarsterne über den letzten Stern der Cassiopeja hinaus, so treffen Sie abermals den hellsten Stern eines äußerst glänzenden Sternbildes, der Andromeda. Sie werden es stets an den drei großen Sternen wieder erkennen, die unter sich ein ähnliches, stumpfes, gleichschenkliges Dreieck, wie die Sterne des Cepheus, nur auf der entgegengesetzten Seite der Cassiopeja bilden. Endlich verfolgen Sie nun auch die Richtung dieses Dreiecks links nach Nordosten hin, und eins der prachtvollsten Sternbilder, der Perseus, wird Ihnen entgegenleuchten. Sie werden es auch leicht an den beiden hellsten Sternen desselben, dem Algol und Algenib, merken können, die mit dem letzten hellen Sterne, der Andromeda, ein fast rechtwinkliges Dreieck bilden. Diese 4 Sternbilder nun, die wir soeben aufgesucht, und die, zu einer herrlichen Gruppe vereint, jetzt dort oben die Nähe des Zeniths schmücken, erzählen uns eine der tragischsten Geschichten des griechischen Alterthums. Cassiopeja, so heißt es, die Gemahlin des äthiopischen Königs Cepheus, hatte sich gerühmt, schöner zu sein, als die Nereiden. Das erzürnte den Neptun, den Vater der Nereiden, und er sandte ein Meerungeheuer, dem der König seine eigene Tochter Andromeda zu opfern sich entschließen mußte. Schon saß die Jungfrau an den Felsen geschmiedet, das Ungeheuer erwartend, da nahte Perseus mit dem Medusenhaupte, auf dessen Stirn jetzt der Algol funkelt, und befreite die Unglückliche, die er zu seiner Gemahlin erhob.

Digitized by Google

Zwischen den Sternbildern des kleinen und großen Bären, den kleinen Bären zur Hälfte umschlingend, zieht sich in langen Windungen das Sternbild des Drachen hin. Seine zahlreichen Sterne bilden eine dem Z ähnliche Figur und finden ihr Ende dort im Nordosten in dem Kopfe des Drachen, der durch die beiden hellsten Sterne bezeichnet wird. Diesen Kopf werden Sie stets sehr leicht auffinden, wenn Sie die Linie verfolgen, welche vom Algol durch den mittlern Stern des Cepheus führt. Die Poesie der Alten dachte sich unter jenem Bilde den Drachen, der einst den Garten der Hesperiden bewachte, und der vom Herkules getödtet wurde, als er auszog, die goldenen Aepfel zu rauben.

Ich bitte Sie nun, Ihre Blicke von jenen nördlichen Sterngruppen abzuwenden und dort auf den östlichen Himmel zu richten. Ich will Ihnen den Weg näher vorschreiben. Verlängern Sie einmal die obere Seite des Vierecks im großen Bären, also die von Megrez und Dubhe gebildete Linie, in der den Schwanze entgegengesetzten Richtung, so werden Sie gegen Osten hin zu einem der hellsten Sterne unsers Himmels gelangen, der Ihnen vielleicht schon unter dem Namen der Capella bekannt sein wird. Es ist der Hauptstern eines großen Sternbildes, des Fuhrmanns, in welchem die Sage Erichthonius, den Sohn des Vulkan und der Erde, erblickt, denselben, der seiner ungestalten Füße wegen das Viergespann erfand und das Fest der Panathenäen stiftete, der endlich eben dieser Verdienste wegen vom Jupiter unter die Sterne versetzt wurde. Auf seiner Schulter verewigte die Poesie jene Ziege, mit deren Milch einst die Nymphe Amalthea den Jupiter ernährte, und die zum Danke dafür mit ihren Jungen einen Platz am Himmel erntete. Sie werden dieses Sternbild leicht an dem Dreieck erkennen, welches zwei helle Sterne an der rechten Schulter und am rechten Fuße des Fuhrmanns mit der Capella bilden, sowie an dem kleinen Dreieck darunter, das durch die helleren Sterne der kleinen Ziegen oder Böckchen bezeichnet wird.

Jetzt wenden Sie einmal Ihre Blicke weiter abwärts dem nordöstlichen Horizonte zu. Dort werden Sie einen schimmernden Sternhaufen erblicken und etwas weiter rechts einen außerordentlich hellen Stern, der mit 4 anderen minder hellen die Figur eines V bildet. In jenem schimmernden Sternhaufen sehen Sie die bekannten Plejaden, das Siebengestirn der Alten, in der einem V ähnlichen Gruppe die Hyaden oder das Haupt des Stiers. Sie sehen, daß der Hauptstern dieses Bildes, den man Aldebaran nennt, ein fast gleichschenkeliges Dreieck mit der Capella und dem östlichsten Sterne der Cassiopeja bildet, und werden dadurch das Sternbild leicht auffinden können. In den Mythen der alten Völker spielte der Stier eine hervorragende Rolle. In Aegypten war der Stier Apis das Bild, unter welchem der Osiris verehrt wurde, und bei den asiatischen Molochdienern trug der Gott gleichfalls einen Stierkopf. Aber die schönsten Dichtungen hat die Poesie der Griechen in dieses Sternbild verwebt. Der Stier selbst war ihnen jener Stier des Jupiter, welcher die schöne Europa nach Kreta trug. Die Hyaden auf seinem Kopfe waren die weinenden Schwestern des Hyas, der von einem Löwen zerrissen wurde. Die Plejaden auf der Schul-

Digitized by Google

ter des Sternbildes endlich waren jene 7 Schwestern, welche ihren Vater Atlas beweinen, der durch den Anblick des Medusenhauptes in der Hand des Perseus in einen Berg verwandelt wurde. Nur 6 der Schwestern zeigen sich, erzählt die Sage, freilich nicht in Uebereinstimmung mit dem wirklichen Anblick; die siebente Schwester Merope verbirgt sich, da sie, während die übrigen Schwestern von Unsterblichen als Gattinnen erwählt wurden, sich mit einem sterblichen Gemahl, dem Sisyphus, begnügt hatte.

Ich muß Sie jetzt bitten, Ihre Blicke noch tiefer zum Horizonte zu senken und zugleich etwas mehr nach Osten zu schweifen. Ziehen Sie sich einmal eine Linie von dem äußersten links gelegenen Sterne der Cassiopeja durch den äußersten Stern der Andromeda und verlängern Sie dieselbe nach dem Horizonte zu, so werden Sie wieder zwei ziemlich hellen Sternen begegnen, deren jeder der Hauptstern eines zwar schwachen, aber für uns in der Folge wichtigen Sternbildes bezeichnet. Der erste Stern, in dessen Nähe Sie noch zwei andere erblicken werden, von denen der kleinste, am meisten links gelegene, den Namen Meserthim führt, gehört dem Widder, der zweite dem Sternbilde der Fische an. Den Widder deutet die Sage bald als jenen Widder der Argonautensage, der den Phryxus auf der Flucht vor seiner Stiefmutter über das Meer nach Colchis trug, und dessen goldenes Vließ in dem dortigen Tempel aufgehängt ward, bald als den Widder, welcher dem Weingott Bachus auf seinem Zuge durch die Lybische Wüste den Weg zu einer Quelle zeigte, an welcher später der Tempel des Jupiter Ammon errichtet ward. Das Sternbild der Fische, das, selbst sternarm, sich weithin durch eine sternarme Gegend zieht, erinnert an einen Mythus des alten Syriens, wonach Venus mit ihrem Sohne Cupido einst an den Ufern des Euphrat plötzlich den Riesen Typhon erblickte, und vor Schreck und Furcht beide, in Fische verwandelt, sich in den Strom gestürzt haben sollen.

Lassen Sie Ihren Blick jetzt ganz am östlichen Horizonte haften. Dort sehen Sie einen Stern im Aufgange begriffen, der mit den eben besprochenen beiden Hauptsternen des Widders und der Fische nach links hin ein vollkommen gleichseitiges Dreieck bildet, das durch die Plejaden zu einem genauen Rhombus vervollständigt wird. Dieser Stern, der den Namen Menkar führt, ist der Hauptstern des Walfisches, eines Sternbildes, das Sie jedenfalls nur im Winter vollständig am Himmel erblicken, und auf das ich Sie im Voraus aufmerksam mache, weil einer seiner Sterne, die Mira, ein ganz besonderer Zielpunkt auf unserer späteren Wanderung sein wird. In einigen Wochen wird der Walfisch höher über den Horizont gerückt sein, und Sie werden dann noch zwei helle Sterne darin erblicken, die mit jenem ersten eine wenig gekrümmte Linie bilden. Nach der griechischen Sage soll dieser Walfisch das Meerungeheuer vorstellen, welches Neptun sandte, die stolze Cassiopeja zu strafen, und noch am Sternenhimmel schaut es nach der Andromeda, dem ihm preisgegebenen Opfer, aus, sie zu verschlingen.

Ehe wir diese östliche Gegend des Himmels aus dem Auge verlieren, will ich Sie noch auf einige herrliche Sternbilder aufmerksam machen, die Sie

Digitized by Google

hier in den Wintermonaten aufgehen ſehen werden. Wenn Sie an einem ſchönen Dezemberabende durch die beiden hellſten Sterne des dann ziemlich hoch im Oſten glänzenden Fuhrmannes oder vom Algol im Meduſenhaupte durch die Capella eine gerade Linie ziehen, ſo treffen Sie auf zwei hellfunkelnde Sterne, Caſtor und Pollux, im Sternbilde der Zwillinge. An dieſen beiden Sternen, die mit einem dritten in der Nähe der Milchſtraße ein rechtwinkeliges Dreieck bilden, werden Sie das Sternbild leicht erkennen. Nach einem ägyptiſchen Mythus ſind dieſe Zwillinge Horus und Bubaſtus, welche die Iſis auf ihrer Flucht der Obhut einer Wölfin anvertraute. Nach der griechiſchen Sage ſind es

Das Sternbild des Orion.

die Söhne der Leda, die durch ihre innige Freundſchaft und Tapferkeit gleich berühmten Dioskuren, die, wie ſie den Argonautenfahrern als glückbringende Gefährten galten, ſo noch am Himmel von den Seefahrern des Alterthums als Rettung verheißende Geſtirne verehrt werden.

In der durch den Polarſtern und die Capella bezeichneten Richtung werden Sie dann zu dieſer Zeit das ſchönſte unter allen Sternbildern unſers heimathlichen Himmels erblicken, den Orion. Gewiß ſind Ihnen längſt jene prachtvollen, in einer Linie ſtehenden Sterne bekannt, die den Gürtel des Orion bilden, und die man im Volke wol auch als Jakobsſtab kennt. Wie ein Bild erſcheinen ſie von einem glänzenden Rahmen von 4 großen Sternen eingefaßt,

Digitized by Google

von denen der hellste an der rechten Schulter des Orion den Namen Betageuze, der ihm gegenüber minder hell an der linken Schulter glänzende den Namen Bellatrix führt, während der hellste der beiden unteren am rechten Fuße als Rigel bekannt ist. Unter dem Gürtel werden Sie dann noch eine Stelle bemerken, die gleich einem weißen Wölkchen leuchtet; es ist der berühmte Nebelfleck des Orion, der den Griff seines Schwertes schmückt. Auf unserer Wanderung werden wir dort wunderbare Dinge erfahren. Wollen Sie dem Ursprunge dieses Sternbildes in der Poesie der Alten nachforschen, so weiß ich Ihnen freilich wenig Zuverlässiges zu bieten. Spätere griechische Dichter lehren uns im Orion einen kühnen Jäger auf Chios im Dienste der Diana kennen, der sich vermaß, alles Gethier der Erde vertilgen zu wollen. Die Erde aber, oder wie eine andere Sage erzählt, die Diana, aus Furcht, daß er alle Jagdthiere auf Chios vertilgen möchte, sandte einen Skorpion, der ihn durch einen Stich in die Ferse tödtlich verwundete. An den Himmel versetzt, bekundet er, wie es in der Sage heißt, auch unter den Sternen noch seinen wilden, unruhigen Charakter. Wenn er in das Meer taucht, jagt er nach der Meinung des griechischen Seefahrers die Stürme auf und erregt die Wellen zu wildem Aufruhr. Offenbar ist diese Sage eine Dichtung, die erst aus dem Sternbild hervorging. Niemals nämlich werden Sie den Orion und Skorpion zugleich am Himmel sehen; der eine kommt, wenn der andere scheidet; die Ferse des Orion taucht unter den Horizont, sobald der Stachel des Skorpions aufgeht. Das ist wohl auch der Sinn der Sage.

Sie sollen nun auch die Hunde dieses Jägers am Sternhimmel kennen lernen. Die drei Gürtelsterne des Orion führen Sie in östlicher Verlängerung geradezu auf den glänzendsten Stern des ganzen Himmels, den Sirius im großen Hunde, unter welchem Sie noch eine glänzende Gruppe von 4 helleren und zahllosen kleinen Sternen gewahren werden. Mit dem Aufgange dieses Sternes entfaltet der Himmel seine reichste Pracht, und es gehört wirklich ein stumpfes Gemüth dazu, von dem Anblick nicht ergriffen zu werden, den der südliche und südöstliche Himmel eines Januarabends gewährt. Hier drängen sich die reichsten Sternbilder, Zwillinge, Fuhrmann, Stier, Orion, großer Hund, zu einer Gruppe zusammen, die durch den kleinen Hund in Südosten geschlossen wird. Wenn Sie nämlich die durch die beiden oberen Sterne des Orion, Betageuze und Bellatrix, bezeichnete Richtung verfolgen, so kommen Sie jenseit der Milchstraße abermals zu einem prachtvollen Sterne, dem Procyon im kleinen Hunde, der zugleich mit Sirius und Betageuze ein gleichseitiges Dreieck bildet.

Wenn Sie in einer spätern Jahreszeit, etwa in einer März- oder Aprilnacht, ihre Blicke auf diese Gegend des Himmels richten, wo sich der Orion bereits zum Untergange neigt, und Sirius und Procyon schon tief am südwestlichen Himmel glänzen, da werden Sie weiter im Osten ein anderes schönes Sternbild aufgehen sehen, das Sternbild des großen Löwen. Sie werden es sehr leicht an seinem Hauptstern, dem Regulus, im Herz des Löwen erkennen, auf

Digitized by Google

den eine gerade Linie durch Sirius und Procyon hinweist, und der mit Caſtor und Procyon ein gleichſchenkeliges Dreieck bildet. Sie werden auch den Umfang des Sternbildes gut verfolgen können, da er durch 4 in Form eines Trapezes zu einander geſtellte helle Sterne, deren letzter und öſtlichſter Denebola heißt, ungefähr bezeichnet wird. Wenn die griechiſche Sage in dieſem Sternbilde den nemäiſchen Löwen erblickte, den Herkules einſt mit ſeinen Händen zerriß, ſo darf ich Ihnen nicht verſchweigen, daß ſchon Jahrtauſende vor der Zeit der Griechen den alten Aegyptern dieſes Sternbild bekannt war, und daß es ihnen die glühende Sonnenhitze verkündete, wenn es zunächſt aus den Strahlen der Morgenſonne

Das Sternbild des großen Hundes.

hervortrat. Der Name des Regulus erinnert zugleich an die Zeit unſerer mittelalterlichen Aſtrologen, welche den unter ſeinem Zeichen Geborenen eine königliche Geburt zuſchrieben.

Gegen Ende des März werden Sie unter dem Löwen ein neues Sternbild auftauchen ſehen. Sie werden dann einen glänzenden Stern erblicken, der mit Caſtor, Procyon und Regulus faſt ein vollkommenes Parallelogramm bildet. Das iſt Alphard, das Schlangenherz, an der Bruſt der Waſſerſchlange oder Hydra. Es iſt ein ſehr langgeſtrecktes Sternbild, das zwiſchen Procyon und Regulus mit einem kleinen Sternviereck beginnt und ſich parallel mit der

Digitized by Google

Milchſtraße weit über den ſüdlichen Himmel hinzieht. Mit dieſem Sternbilde ſtehen zwei andere kleinere in Verbindung, Becher und Rabe, das erſtere durch 6 kreisförmig geſtellte kleine Sterne kenntlich, das letztere ein unregelmäßiges Viereck ziemlich heller Sterne bildend. Die griechiſche Sage erzählt eine ſeltſame Geſchichte von dieſen Sternbildern. Jener Rabe war ihr zufolge der Lieblingsvogel des Apollo und trug ſonſt weißes Gefieder. Einſt ſchickten ihn die Götter zu einer Quelle, um Waſſer zu einem Opfer zu holen; — denn auch die Götter opferten — menſchlich genug! An der Quelle aber ſtand ein Feigenbaum mit unreifen Früchten. Da wartete denn der Rabe, bis die Feigen reif

Die Sternbilder des Herkules, der nördlichen Krone und der Leyer.

waren, und kehrte erſt zurück, als er ſie alle verzehrt hatte. Dem Apollo aber gab er vor, eine Schlange habe täglich das Waſſer der Quelle verſchluckt, ſo daß er den Becher nicht habe füllen können, und als rechter Lügner brachte er Schlange und Becher mit. Das war denn doch auch dem Apollo zu arg, ſo wenig ſich auch ſonſt die Götter aus einer Lüge machten. Im Zorn verwandelte er das weiße Gefieder des Raben in ein ſchwarzes und verbot ihm für die Zeit, wo die Feigen reifen, das Trinken. Den Lügner ſelbſt aber ſammt Schlange und Becher verſetzte er unter die Sterne. Sie ſehen, welche ſonderbare Verdienſte bisweilen zu einer ſolchen himmliſchen Auszeichnung berechtigten.

Digitized by Google

In der Mitte jenes von Castor, Procyon, Regulus und Alphard gebildeten Parallelogramms, im Durchschnitt seiner Diagonalen, werden Sie noch ein kleines, schwachschimmerndes Sternbild erblicken, den Krebs. In seiner Mitte, etwa in gleichweiter Entfernung von Procyon und Pollux, werden Sie zwei kleine Sterne unterscheiden, die den Namen der Eselchen führen, und zwischen diesen wird sich dann, etwa in der Größe unserer Mondscheibe, ein blasses Nebelwölkchen zeigen, das man die Krippe oder Präsepe nennt, und das wir auf unserer spätern Wanderung als einen prächtigen Sternhaufen von 40—50 Sternen kennen lernen werden. Jener Krebs ist nun der griechischen Sage nach derselbe, welcher einst den Herkules bei seinem Kampfe mit der lernäischen Schlange auf Befehl der Juno in die Ferse zwickte, von dem Helden aber zertreten ward. Die Eselchen aber werden Ihnen eine köstliche Geschichte aus der griechischen Götterwelt erzählen, die es Ihnen begreiflich machen wird, wie die dankbare Nachwelt auch Eseln die Pforten des Himmels öffnen konnte. Sie sollen nämlich an jene Esel erinnern, auf welchen die Götter einst in den Kampf gegen die Giganten zogen, und deren gräßliches Angstgeschrei die Riesen so erschreckte, daß sie die Flucht ergriffen.

Ehe ich Sie zu unserem Augusthimmel zurückführe, muß ich Sie in der Phantasie noch einen letzten Blick auf den östlichen Horizont eines schönen März- oder Aprilhimmels werfen lassen. Dort ist eben unter dem Sternbild des Löwen ein neues großes und prachtvolles Sternbild aufgestiegen, das Sternbild der Jungfrau. Sie werden den Hauptstern desselben, die Spica oder Kornähre, leicht finden, wenn Sie die gerade Linie vom Procyon durch den Regulus bis gegen den Horizont fortsetzen, oder wenn Sie sich die Diagonale im Vierecke des großen Bären vom Dubhe über Phegda hinaus südlich verlängern. Es ist ein reich mit Sternen besäetes Gewand, das diese Jungfrau trägt, deren obern Theil Sie leicht an einer aus 5 ziemlich hellen Sternen gebildeten, einem V ähnlichen Figur erkennen werden, an deren nördlichster Spitze der als Vindemiatrix oder Winzerin bekannte Stern steht. Den Aegyptern war dies Sternbild ursprünglich Isis, die Ernährerin, die statt der Kornähren ihr saugendes Kind trug. Sinnig aber deutet dies Sternbild eine spätere dichterische Sage der Griechen, die ich Ihnen erzählen will. Einst, so heißt es beim Dichter Aratus, weilte die Jungfrau auf Erden und verkehrte mit den Sterblichen, selbst unsterblich. Man nannte sie Dike, die Gerechtigkeit. Die Greise auf dem Markte versammelnd, sprach sie Recht und lehrte das Volk. Damals kannte man noch nicht den unseligen Zwiespalt und das Schlachtengetümmel. Das gefahrvolle Meer lag noch im Verborgenen, und keine Schiffe führten Leckereien aus weiter Ferne herbei; Rinder und Pflug und Dike selbst, die Herrscherin der Völker, die Spenderin der Gerechtigkeit, gewährten Alles tausendfach. Sie blieb so lange, als die Erde noch das goldene Zeitalter bewahrte. Im silbernen aber weilte sie nur noch selten und nicht mehr wie sonst auf Erden, sich sehnend nach den Sitten der alten Zeit. Sie kam hervor aus den tönenden Bergen, Abends allein, und

Digitized by Google

verkehrte nicht mehr mit den Einzelnen in freundlicher Rede. Wenn sich die Versammlungshügel mit Menschen gefüllt hatten, dann drohte sie und tadelte die Verderbtheit, und nicht mehr sichtbar denen, die sie gerufen hatten, sprach sie: „O wahrlich, ein schlimmes Geschlecht hinterließen die goldenen Väter! Und ihr werdet ein noch schlimmeres zeugen! Dann wird hier Krieg, dort Haß unter den Menschen sein, und Trübsal wird auf ihnen ruhen!“ So sprach sie und wandte sich zu den Bergen zurück. Dann aber kam dieses eiserne Geschlecht, noch verderbter als das frühere, und sie schmiedeten unheilbringende Schwerter und aßen vom Fleische des Pflugstiers. Da verabscheute Dike das Geschlecht der Menschen, die Gerechtigkeit flog himmelwärts auf. Noch leuchtet sie von dort oben zur Nachtzeit als Sternenjungfrau zu den Sterblichen nieder.

Wollen Sie nun die Wage der Gerechtigkeit sehen, die am Himmel zu den Füßen der Jungfrau schwebt, so kann ich sie Ihnen noch an dem heutigen Himmel zeigen. Sie werden dort unten am südwestlichen Horizonte, wenn Sie der Richtung der beiden oberen Sterne des Vierecks im großen Bären dorthin folgen, 2 helle Sterne erblicken, welche mit zwei kleineren ein kleines Quadrat bilden. Diese beiden hellen Sterne, welche die beiden Wagschalen bezeichnen, führen die arabischen Namen Zubeneschemali und Zubenelgenubi.

Wir sind damit in die Wirklichkeit zu unserem Augusthimmel über uns zurückgekehrt und wollen nun in seinem Anschauen unsere Recognoscirung vollenden. Jene Linie, welche Sie soeben durch die Sterne des großen Bären zogen, wird Sie an einem prachtvoll funkelnden Sterne vorübergeführt haben. Das ist der Arktur, der Hauptstern des Bootes, d. h. des Ochsentreibers, der aber auch den Namen des Bärenhüters führt, weil er am Himmel den beiden Bären folgt und sie gleichsam mit seinen Jagdhunden zu treiben scheint. Die Sage nennt ihn den Bruder des Pluths, der, weil ihm der Bruder Nichts von seinen Schätzen mittheilte, durch die Noth gedrängt, den Pflug erfand. Eine andere Sage bezeichnet ihn auch als den Icarius, der auf seinem Gespann den ersten Rebensaft nach Attica brachte, aber von den trunkenen Bauern erschlagen ward. Erigone, die Tochter des Erschlagenen, welcher sein Hund Mära die blutigen Gewänder brachte, soll sich dann aus Verzweiflung auf der Leiche des Vaters getödtet haben, und der treue Hund selbst bald auf seinem Grabe gestorben sein. Bootes, die Jungfrau und der Hund wurden dann von dem gerührten Jupiter unter die Sterne versetzt. Das Sternbild selbst nimmt einen ziemlich großen Raum am Himmel ein. Seine hellsten Sterne bilden nördlich über dem Arktur ein unregelmäßiges Viereck. Von seinen beiden Jagdhunden, Asterion und Chare, die ihm übrigens erst Hevel im 17. Jahrhundert gegeben hat, und die Sie etwas westlich von dem Sternbilde nach dem großen Bären hin sehen, trägt der letztere einen prächtigen Stern in seinem Halsbande, den man das Herz Karl's II. genannt hat. Der hellscheinende Sternhaufen, den Sie nahe unter diesem Sterne erblicken werden, ist das Haupthaar der Berenice, das diese Gemahlin des ägyptischen Königs Ptolemäus Euergetes einst den Göttern weihte und in dem Tempel der Venus auf Cypern aufhing, das aber,

Digitized by Google

als es bald darauf gestohlen wurde, von der höfischen Schmeichelei des Mathematikers Conon in den Himmel versetzt wurde.

Wenn Sie der Richtung der beiden ersten Schwanzsterne des großen Bären folgen, so werden Sie jenseit des Bootes zu einem äußerst kenntlichen glänzenden Sternenkranze kommen. Das ist die nördliche Krone, wie die Sage meldet, die Krone der Ariadne, die sie von der Venus zur Hochzeitsgabe erhielt, als sie, vom Theseus verlassen, vom Bacchus zur Gattin erkoren ward. Der hellste unter den Sternen dieses Gestirns führt den Namen Gemma.

Die Sternbilder des Bootes, der Jagdhunde und des Haupthaars der Berenice.

Folgen Sie der angegebenen Richtung weiter, so werden Sie auf zwei kleine Sterngruppen treffen, die dem Kopf und Hals der Schlange des Ophiuchus oder Schlangenhalters angehören. In wenigen Wochen werden Sie kurz nach Sonnenuntergang die ganze Reihe der Sterne dieses großen Sternbildes weithin am südwestlichen Horizonte durch eine ziemlich sternarme Gegend bis in die Milchstraße hinein verfolgen können. Den Hauptstern im Kopfe des Ophiuchus, der den Namen Ras-Alhague führt, werden Sie am leichtesten auffinden, wenn Sie eine Linie vom östlichsten untern Eckſterne des großen Bären durch den mittlern Schwanzstern desſelben, also vom Phegda durch Mizar ziehen. Diese Linie wird Sie aber vorher noch durch ein anderes Sternbild führen, durch das

Digitized by Google

Sternbild des Herkules. Sie werden es leicht an dem fast regelmäßigen Viereck erkennen, das von den 4 Gürtelsternen des Helden gebildet wird, und die Diagonale dieses Vierecks wird Sie zugleich auf den Hauptstern im Kopfe des Herkules, den Ras Algethi, weisen, der ganz nahe beim Hauptstern des Ophiuchus mit 2 anderen hellen Sternen ein gleichschenkliges Dreieck bildet.

Wenn Sie der vorigen Richtung durch die Krone und den Hals der Schlange weiter folgen, so werden Sie auf jenen schönen Stern am westlichen Horizonte treffen. Das ist Antares, der Hauptstern des Skorpions, eines nur zum Theil an unserm Himmel aufgehenden Sternbildes.

Das Sternbild des Schwanes.

Es bleibt uns jetzt noch eine Gegend des Himmels zu betrachten, die man von Alters her als die anmuthigste und sternenreichste des nördlichen Himmels bezeichnet hat, und die in der That einigen Vergleich aushält mit jener prächtigen Sternenzone des südlichen Himmels, die sich vom Orion bis zum südlichen Kreuz hinzieht. Ich meine jene Landschaft des Himmels, die sich hoch oben vom Zenith zwischen den Sternbildern des Herkules und Ophiuchus und denen des Cepheus und der Kassiopeja südlich in der Milchstraße und zu beiden Seiten derselben erstreckt. Wenn Sie eine gerade Linie von der Krone durch das Sternbild des Herkules oder vom Viereck des großen Bären durch den Kopf des Drachen ziehen, so werden Sie fast gerade über Ihrem Kopfe einen pracht-

Digitized by Google

vollen Stern erblicken. Das ist Wega, der Hauptstern der Leier, der mit zwei anderen großen Sternen in der Milchstraße, Deneb im Schwan und Atair im Adler, ein auffallendes gleichschenkliges Dreieck bildet. Die Leier ist der griechischen Sage nach die Leier des Orpheus, deren lieblichen Klängen einst die wilden Thiere des Waldes, die Flüsse und Felsen lauschten, und die selbst die finsteren Götter der Unterwelt besiegte. In dem Geier, der sie trägt, deutet die dichterische Phantasie den majestätischen Flug an, mit welchem dieses Gestirn den Pol umkreist. Den Schwan, den Sie an 5 fast in Form eines Kreuzes gestellten, größeren Sternen leicht erkennen werden, deutet eine Sage als den Orpheus selbst, der, nachdem er von den thracischen Bacchantinnen, die seine Töne in Liebesraserei versetzt hatten, zerrissen worden war, in den Himmel versetzt wurde. Eine andere Sage aber will in ihm jenen Schwan erblicken, in dessen täuschender Hülle einst Jupiter die Keuschheit der Leda besiegte. Der Adler endlich, dessen 3 hellste Sterne eine gerade Linie bilden, ist der Adler des Jupiter, der einst den Raub des Ganymedes ausführte. Das Sternbild aber unterhalb des Adlers, das einen bogenspannenden Knaben, der vom Adler getragen wird, darstellt, und dessen drei hellste Sterne Sie in einem stumpfen Dreieck parallel mit den Hauptsternen des Adlers erkennen werden, ist nicht der Ganymed der Sage, sondern der erst von Tycho de Brahe an den Himmel versetzte Antinous, der Liebling des Kaisers Hadrian, dem die Schmeichelei der Höflinge nach seinem Tode im Nil ein ähnliches Schicksal, wie das des Ganymed, andichtete.

Es bleiben nun noch einige wenige Sternbilder übrig, die Sie jetzt ziemlich tief am südöstlichen und südwestlichen Himmel erblicken werden. Ziehen Sie eine Linie durch Wega und Deneb, diese beiden schönen Hauptsterne der Leier und des Schwans, so führt Sie diese in die Mitte eines auffallenden Vierecks von 4 glänzenden Sternen, deren einer links der Hauptstern der Andromeda ist, während die 3 anderen die Hauptsterne des Pegasus, Markab, Scheat und Algenib, sind. In der Richtung der obern Seite dieses Vierecks erblicken Sie in der Nähe des Atair noch ein kleines, aber durch einen gedrängten Haufen ziemlich großer Sterne sehr kenntliches Sternbild, den Delphin. Die Diagonale des Vierecks endlich durch den Hauptstern der Andromeda und den Markab, den Hauptstern des Pegasus, zeigt den Weg zu dem Hauptstern des Wassermanns, eines weit ausgebreiteten Sternbildes, das dort den südöstlichen Horizont einnimmt. Es stellt einen knieenden Mann dar, der mit der rechten Hand einen Wasserkrug ausgießt. Der Wasserstrom fließt in das Maul des südlichen Fisches, das den prächtigen Fomalhaut trägt, den Sie dort unten tief am südöstlichen Horizonte erblicken. Dieser Fomalhaut gehört zu jenen 4 glänzenden Sternen, die man einst die königlichen nannte, weil sie den Himmel nahezu in 4 gleiche Theile scheiden. Aldebaran im Stier, Antares im Skorpion und Regulus im Löwen sind die 3 anderen Angelsterne und Hüter des Himmels.

Lassen Sie sich nun mit dieser flüchtigen Kenntniß von der Außenseite unsers Sternenhimmels genügen! Sie werden hoffentlich dadurch in den Stand

Digitized by Google

gesetzt sein, die wichtigsten Sternbilder, die über unsern Horizont treten, aufzufinden. Eines Weitern aber bedarf es nicht; denn dieser Sternenhimmel soll für uns nur die Stelle einer Karte vertreten, in deren Felder wir unsere spätern Reisebeobachtungen und Erfahrungen eintragen könnten. Für den Astronomen, der nun schon seit Jahrtausenden solche Wanderungen durch den Himmelsraum gemacht und Erfahrungen dort gesammelt hat, möchte freilich eine solche Karte nicht ausreichen. Für ihn könnte es bedenklich werden, ob auch die Felder, welche ein rohes Bedürfniß dort abgetheilt, einen ewigen Bestand haben, ob ihre Verhältnisse und Umrisse sich nicht verschieben könnten.

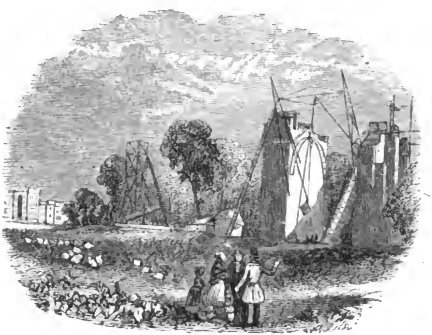
Das Sternbild des Adlers.

Gleich dem Ingenieur, der unsere Länder vermißt, mußte er sich Karten entwerfen, in denen Alles auf unverrückbare, feste Punkte bezogen wird, so daß auch die kleinste Veränderung ihm nicht entgehen und nie ein Zweifel über die Identität einer früher eingetragenen Beobachtung eintreten kann. Eine Bewegung am Himmel kann Ihnen schon heute während unserer kurzen Betrachtung nicht entgangen sein. Wer steht Ihnen nun dafür, daß diese Bewegung, die ein Sternbild nach dem andern über den Horizont heraufführte, nur den Himmel in seiner Gesammtheit trifft, daß sie nicht auch Verschiebungen der einzelnen Sterne bewirkt? Welche sicheren Wege sich nun der Astronom

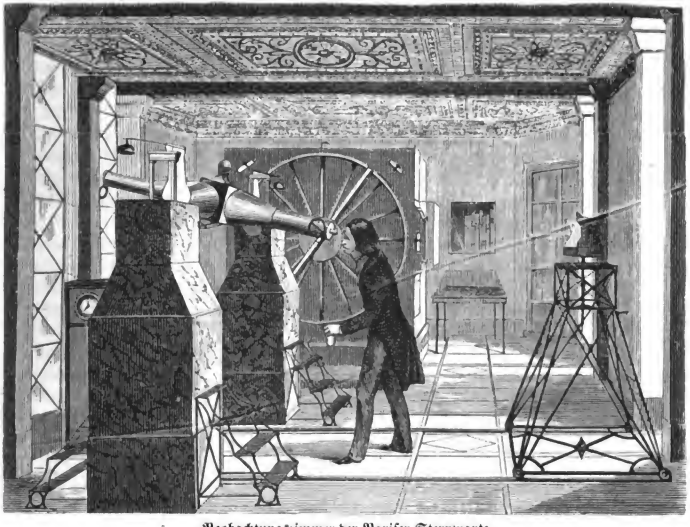
Digitized by Google

durch dieſe Himmelszeichen gebahnt hat, das werde ich Ihnen an einem ſpätern Abende zeigen, nachdem ich Sie mit den Mitteln bekannt gemacht haben werde, durch die er auch die zarteſten Vorgänge am Himmel in den Bereich ſeiner Beobachtung zieht. Sie ſollen erſt ſehen lernen, ehe Sie beobachten lernen; und nur, wenn Sie Beides verſtehen, ſind Sie zu unſrer Reiſe geſchickt.

Sehen und Beobachten — das ſind freilich zwei Worte, welche eine Jahrtauſende lange Kunſt in ſich ſchließen. Ja, meine Freunde, Jahrtauſende hindurch iſt die Menſchheit blind geweſen, und ſelbſt unſer heutiges Sehen hat noch keineswegs die Stufe der Vollkommenheit erreicht. Das Beobachten iſt aber vollends nur eine Kunſt der Neuzeit. Nehmen Sie ein Paar Jahrhunderte von der Geſchichte der Menſchheit hinweg, und es wird Ihnen kaum eine Wiſſenſchaft vom Himmel übrig bleiben. In dieſe lange Kunſt ſollen Sie nun eingeweiht werden. Aber fürchten Sie ſich nicht! So gut ich Sie in wenigen Stunden durch die unermeßlichen Räume des Himmels zu führen vermag, werde ich Sie auch die Jahrtauſende dieſer Kunſt in wenigen Stunden durchwandern laſſen. Tröſten Sie ſich einſtweilen über Ihre bisherige Blindheit mit der Ausſicht auf die Herrlichkeiten, welche ſich Ihren geſunden Augen eröffnen werden.



Digitized by Google



Beobachtungszimmer der Pariser Sternwarte.

Viertes Kapitel.

Das Fernrohr.

Es war eine kleine Sternwarte, in welche ich eines Abends meine reiselustigen Freunde führte. Hier war es, wo ich sie meinem früheren Versprechen gemäß, die Kunst lehren wollte, den Lichtstrahl zu zähmen und auf seinem Rücken in die Tiefen des Weltraums einzudringen. Ich hatte absichtlich diesen Ort gewählt, nicht allein, um durch den unmittelbaren Anblick der Werkzeuge, welche die Kunst der Menschen ersonnen hat, den Lichtstrahl in seine Gewalt zu bringen, meine Anweisungen anschaulicher und eindringlicher zu machen, sondern auch, um meine Freunde von dem noch sehr verbreiteten Vorurtheil zu heilen, als ob die Ausübung dieser Kunst irgend Etwas mit einer Thätigkeit der Phantasie zu thun habe. Es geht der Poesie des Astronomen wie mancher andern: man darf sie nicht in der Nähe betrachten. Wer tief in die Nacht hinein am Mittagsfernrohre sitzt und die vorübergehenden Sterne einen nach dem andern aufzeichnet, wer von Stunde zu Stunde durch einen Wecker aus

Digitized by Google

dem Schlafe geschreckt, in kalter Nacht zum Fernrohre springt, um die Lichtwechsel eines Sternes zu beobachten, wer, an den Rechnungstisch gebannt, Wochen und Monate lang immer nur die starren Zahlen vor sich sieht, durch deren Zauber er der Beobachtung Gedanken und Theorien entlocken soll, dem bleibt wol wenig Lust und Zeit, die Pracht des gestirnten Himmels zu bewundern oder erhabene Gedanken an die Zahlen zu knüpfen. Man hat mit Recht mehrfach das Innere der großen Sternwarte zu Greenwich mit den Comptoiren und Arbeitslokalen eines großen merkantilen Geschäfts verglichen, und in der That, um auch nur eine Spur von poetischer Annehmlichkeit in jenen Räumen zu entdecken, dazu gehört mindestens eine Poesie wie diejenige, die heutzutage selbst Comptoir und Waschküche zu idealisiren und aus Philistern Romanhelden zu schaffen weiß. Ich will damit keineswegs jene wirklichen Reize leugnen, welche der Beschäftigung mit astronomischen Gegenständen so eigenthümlich sind, und auf welchen jene gewaltige Macht beruht, mit der die Astronomie von jeher den menschlichen Geist erfaßt und so manchen bestimmt hat, den Bequemlichkeiten und Genüssen des Lebens zu entsagen, um sich ihrem mühevollen Dienste zu opfern. Ich würde ja damit mein eigenes Vorhaben verurtheilen und mich einer unverzeihlichen Anmaßung schuldig machen, wenn ich dennoch zur Theilnahme an einer so völlig reiz- und genußlosen Wanderung aufforderte. Ich meine nur, der Reiz der astronomischen Forschung und damit auch unserer beabsichtigten „Ausflüge in den Himmelsraum" gehört weniger der Phantasie, als dem Gedanken an, ist weniger die Arbeit selbst, als die stets vor Augen schwebende Aussicht auf Ergründung der Naturgesetze und Erweiterung der menschlichen Wissensmacht.

Meine Freunde, glaube ich, waren schon durch den bloßen Anblick, den ich ihnen hier in der Sternwarte bereitet, lange vor dem Beginn meines Vortrags zu der Ueberzeugung gekommen, daß es mit ihrer Phantasie hier zu Ende gehe. Von meinen Lesern, die sich ihnen angeschlossen, und die vielleicht noch nie einen Blick in das Innere einer Sternwarte gethan haben, kann ich freilich ein Gleiches noch nicht erwarten. Ich muß es daher meinen Worten überlassen, dieses Vernichtungswerk zu vollenden.

Nachdem ich meine Freunde im Allgemeinen mit den Einrichtungen einer Sternwarte bekannt gemacht und ihnen namentlich gezeigt hatte, wie eine Sternwarte stets nach den Himmelsgegenden gestellt und genau in der Richtung von Norden nach Süden von einer einige Fuß breiten, durch Klappen verschließbaren Oeffnung durchschnitten sei, durch welche die wichtigen Beobachtungen mittelst des Mittagsrohres angestellt werden, hatte ich sie denn auch einen Blick durch dieses Fernrohr selbst werfen lassen. Was ich erwartet hatte, geschah. Eine gewisse Enttäuschung malte sich auf allen Gesichtern, und man forderte von mir eine Aufklärung darüber.

„Ihre Enttäuschung kommt mir sehr gelegen", nahm ich das Wort. „Denn sie liegt jedenfalls nicht allein in Ihren übertriebenen Erwartungen und den unmöglichen Forderungen, die Sie an ein Fernrohr stellen, sondern noch mehr,

Digitized by Google

glaube ich, an der viel zu hohen Meinung, die Sie von Ihrem natürlichen Sehen haben. Ehe ich diese nicht herabgestimmt und Sie von den mancherlei Schwächen und Unvollkommenheiten Ihres Sehens überzeugt habe, würde ich Ihnen die wahren Leistungen eines Fernrohrs gar nicht klar zu machen vermögen.

Sie Alle haben sicherlich schon von den unzählbaren oder doch Millionen von Sternen gesprochen, die Sie draußen am Himmel sehen, und Sie würden sicherlich, namentlich beim Anblick der Sternenpracht einer recht heitern, kalten Winternacht, gar ungläubig den Kopf schütteln, wenn ich Sie versicherte, daß Sie nicht mehr als 4022 Sterne wirklich erblicken. Meine Versicherung nun könnte ich Ihnen beweisen, indem ich Ihnen ein Sternverzeichniß vorlegte, in dem Sie selbst die Sterne 1. bis 6. Größe zählen könnten, und ich glaube nicht, daß Einer von Ihnen noch Sterne 7. Größe wirklich zu unterscheiden vermöchte. Bei Kindern sind bekanntlich solche Zahlenüberschätzungen sehr häufig. Ihren Irrthum aber möchte ich keineswegs blos aus einer solchen kindlichen Unfähigkeit der Schätzung erklären. Sie glauben in der That an einem heitern Winterhimmel mehr Sterne zu erblicken, als sich Ihnen zeigen, und die Ursache davon liegt in dem Funkeln der Sterne. Sie sehen bald hier, bald dort Sterne 6. bis 7. Größe aufglimmen, bald roth, bald grün, bald wieder verschwinden, und Sie nehmen jedes solches Aufglimmen für einen erblickten Stern. Diese Erscheinung des Sternfunkelns ist übrigens keineswegs eine bloße Augentäuschung, sie ist vielmehr in Wirklichkeit viel stärker, als sie erscheint. Denn unsere Netzhaut bewahrt bekanntlich leicht eine Zeit lang die empfangenen Lichteindrücke, so daß die wirklichen Licht- und Farbenwechsel eines Sternes nicht einmal in vollem Maße empfunden werden. Wollen Sie sich einen Begriff von der Ursache dieses Lichtwechsels machen, so müssen Sie an die Wellennatur des Lichts denken. Bekanntlich stellen wir uns das Licht vor als eine schwingende Bewegung von Aethertheilchen, die sich rings um einen leuchtenden Punkt nach allen Seiten hin fortpflanzt und ähnliche concentrische Wellen bildet, wie die Wasserwellen, die ein Stein erregt, den man auf eine ruhige Wasserfläche schleudert. Sie werden sich nun leicht denken können, daß zwei solche von demselben Lichtquell ausgehende Wellensysteme oder Lichtstrahlen, wie Sie zu sagen gewohnt sind, wenn sie eine kleine Störung oder Ablenkung auf ihrem Wege erfahren haben, einander endlich begegnen müssen. Sie werden sich ferner denken können, daß, wenn die eine dieser Lichtwellen eine kleine Verzögerung erlitten hat, ihre Aetherschwingungen im Augenblick der Begegnung mehr oder weniger gleiche oder entgegengesetzte Richtungen haben werden, je nachdem die Verzögerung nahezu ganze oder halbe Wellenlängen betragen hat, und daß sie darum einander verstärken oder aufheben müssen. Zwei Lichtstrahlen nun, die von einem Sterne ausgehen, haben, ehe sie in unser Auge gelangen, die ganze Atmosphäre zu durchdringen. In dieser aber gehen beständig eine Menge von Veränderungen vor, sei es in der Wärme, der Dichtigkeit oder Feuchtigkeit. Zwei Lichtstrahlen werden also, wie nahe sie einander auch gedacht werden mögen, nicht leicht völlig gleiche Luftschichten durch-

Digitized by Google

dringen, und die Folge davon wird sein, daß sie auch verschiedene Verzögerungen auf ihrem Wege durch die Atmosphäre erfahren, daß sie einander bald verstärken, bald schwächen. Das Licht eines Sterns erscheint uns darum veränderlich, bald verschwindend, bald aufblitzend, und diese Wechsel müssen einander mit großer Schnelligkeit folgen. Nehmen Sie nun noch hinzu, daß in dem Lichte eines Sterns eine Menge verschiedener Lichtwellen gemischt sind, die wir nach der Geschwindigkeit ihrer Aetherschwingungen als roth, blau, grün u. s. w. bezeichnen, so werden Sie einsehen, daß sich nicht immer alle diese verschiedenen Wellen gleichzeitig aufheben werden, sondern bald nur die rothen, bald nur die grünen, bald nur die blauen, und daß wir den Stern also bald blau, bald grün, bald roth aufblitzen sehen werden. Da haben Sie nun die ganze Erscheinung des Sternfunkelns aus einander gelegt. Sie wissen, daß diese Erscheinung sich ganz besonders dann zeigt, wenn nach anhaltender Trockenheit der Luft ein feuchter Strom darin sich auszubreiten beginnt, — ganz recht, weil eine Bewegung, ein wogender Wechsel damit verbunden ist, — und Sie wissen, daß der Seemann dieses Funkeln als ein Vorzeichen schlimmen Wetters betrachtet.

Verzeihen Sie mir übrigens diese Abschweifung; — ich wollte, daß auch in der äußern Erscheinung des Sternhimmels Ihnen Nichts unklar bliebe. Lassen Sie mich nun zur Begründung meiner Anklage gegen Ihr natürliches Sehen zurückkehren!

Ich sagte Ihnen vorhin, daß Sie sich täuschen, wenn Sie mehr als etwa 4000 Sterne am Himmel zu sehen glauben, und ich muß hinzufügen, daß Sie nicht einmal alle die gleiche Zahl von Sternen erblicken. Es wird Ihnen bekannt sein, daß schon Ovid von den Plejaden erzählt, man spreche von ihren 7 Sternen, obgleich man doch gewöhnlich nur 6 sehe. Es gab also damals so gut wie heute einzelne Menschen, welche neben den Sternen 3. bis 5. Größe in den Plejaden noch einen Stern 6. bis 7. Größe unterschieden, und Kepler erzählt sogar, daß sein Lehrer Mästlin 14 Sterne in dieser Gruppe erkannt habe. Ich habe Ihnen neulich von einem andern Sterne erzählt, den die Araber den Prüfer nennen. Es ist Alcor, das Reiterlein, bei Mizar im großen Bären. Obgleich er ein Stern 5. Größe ist, gehört doch ein sehr gutes Auge oder eine sehr reine und trockene Atmosphäre dazu, um ihn neben seinem strahlenden Nachbar zu erkennen. Sie werden endlich gehört haben, daß einzelne Personen von außerordentlicher Scharfsichtigkeit sogar einzelne Jupiterstrabanten mit bloßem Auge gesehen haben. Alle diese Thatsachen beweisen, daß nicht allein sehr große Unterschiede in der Empfindlichkeit der Augen bestehen, sondern daß sich auch die Bilder auf der Netzhaut mit sehr verschiedener Schärfe darstellen. Der letztere Umstand wird namentlich entscheidend bei der Sichtbarkeit sehr naher Sterne, wie des Alcor und der Jupiterstrabanten. Als Sterne 5. Größe müßten sie jedem unbewaffneten Auge sichtbar werden, wenn nicht für die meisten Augen der hellere Nachbarstern sie überglänzte. Jene Strahlen und Schwänze, welche unserm Auge von den Sternen auszugehen scheinen, und durch die man schon in den ältesten bildlichen Darstellungen die Sterne zu be-

Digitized by Google

zeichnen pflegt, sind die Beweise einer Lichtzerstreuung, welche nicht allein in der Atmosphäre, sondern auch in unserer Hornhaut in Folge unvollkommener Durchsichtigkeit stattfindet. Dieses zerstreute Licht erleuchtet nun die ganze Netzhaut, so daß sie das Bild eines andern Sternes nur zu empfinden vermag, wenn sein Licht dieses zerstreute Licht wirklich übertrifft.

Was ich Ihnen hier in Bezug auf Nachbarsterne gesagt habe, werden Sie nun wol auf den ganzen Sternenhimmel ausdehnen müssen. Das Licht der Himmelskörper kommt nicht unmittelbar zu uns, sondern erleuchtet zuvor die Lufttheilchen der ganzen Atmosphäre, und die Netzhaut unsers Auges empfängt nie einen einzelnen Lichteindruck, sondern wird stets in allen ihren Theilen erschüttert. In diesem Lichtschimmer, der stets, bei Nacht wie bei Tage, das Himmelsgewölbe überzieht, werden wir das leuchtende Bild eines Sternes nur dann unterscheiden können, wenn sein Licht um eine gewisse Größe das der erhellten Fläche übertrifft, und die wissenschaftliche Erfahrung hat nachgewiesen, daß dieser Lichtunterschied mindestens $^1/_{64}$ betragen muß. Sie sehen also, warum Sie bei Tage keinen einzigen Stern, bei Nacht immer nur eine beschränkte Zahl von Sternen erblicken können.

Aber man hat ja doch in älterer und neuerer Zeit von hohen Bergen, aus tiefen Schachten, Brunnen oder Höhlen am hellen Tage Sterne gesehen? Sie werden mir daraus hoffentlich keinen ernsten Einwurf machen wollen, denn was die übrigens höchst seltene Sichtbarkeit der Sterne auf hohen Bergen betrifft, so habe ich Ihnen ja schon gesagt, daß mit einer gewissen Erhebung über den Erdboden allerdings die Dichtigkeit der atmosphärischen Schichten, namentlich ihr Dunst- und Feuchtigkeitsgehalt, abnimmt, daß der Himmel in dunklerem Blau erscheint und die Sonne ihre Strahlen verliert. Der Lichtschleier, der gewöhnlich unserm Auge die Sterne verhüllt, kann also in der That dort oben wol einmal so gelüftet werden, daß man durch ihn hindurchschauen kann. In Betreff der Behauptung der Alten, daß sie aus tiefen Brunnen die Sterne am Tageshimmel gesehen hätten, muß ich Ihnen zu bedenken geben, daß für gewöhnlich das Licht von dem Viertel oder gar Drittheil des ganzen Himmelsgewölbes in unser Auge dringt und überdies von der unvollkommen durchsichtigen Hornhaut wie von einem matten Glase über die ganze Netzhaut verbreitet wird, daß dagegen eine solche lange Röhre, als die wir uns einen tiefen Brunnen vorstellen können, den größten Theil des Himmelslichtes abhält, so daß die in einen Punkt vereinigten Strahlen eines Sternes wol einmal das Uebergewicht über die direkt oder durch Zerstreuung denselben Punkt der Netzhaut erhellenden Strahlen des Himmelslichts erhalten können.

Sie werden sich nun leicht das Sündenregister unsers Auges aufstellen können. Es läßt einmal das zerstreute Himmelslicht ungehindert eintreten und sich über die ganze Nervenfläche ausbreiten. Dann erschüttert das Licht eines Sternes nicht blos eine einzelne Stelle dieser Nervenfläche, sondern noch die Umgebung und erzeugt also ein von falschem Lichte umgebenes, scheibenförmiges Bild. Endlich läßt die kleine Oeffnung der Pupille nur einen Theil des von

Digitized by Google

einem Sterne kommenden Lichts in das Auge treten, und das Bild verliert so nicht blos an Deutlichkeit, sondern auch an Helligkeit. Die Hauptaufgabe also, welche einem künstlichen Sehen zu stellen ist, wird sein, die Helligkeit und Deutlichkeit des Netzhautbildes zu vermehren bei gleichzeitiger Verminderung der Helligkeit des Gesichtsfeldes.

Ich muß Sie nun zuvörderst an ein Mittel erinnern, dessen Sie sich bedienen, um sich sehr kleine Gegenstände, bei denen dieselbe Undeutlichkeit wie bei sehr entfernten eintritt, deutlich zu machen. Sie suchen einfach solche Gegenstände in großer Nähe zu betrachten, da mit der Nähe der Gesichtswinkel, also auch die Ausdehnung des Netzhautbildes zunimmt. Das ist freilich nur bis zu einer gewissen Grenze ausführbar. Unser Auge besteht nämlich aus drei hinter einander liegenden linsenförmigen Körpern, welche vermöge ihrer lichtbrechenden Eigenschaft die eindringenden Lichtstrahlen sammeln und so von allen leuchtenden Punkten Bilder erzeugen, die sich zu einem Gesammtbilde des Gegenstandes vereinigen. Dieses Ereigniß findet stets in einer bestimmten Entfernung von den Linsen des Auges statt, die man ihre Brennweite nennt. Soll also das erzeugte Bild ein vollkommen deutliches sein, so muß es genau auf der Netzhautfläche entstehen. Nun werden Sie vielleicht noch von der Schule her wissen, daß eine durchsichtige Linse die Vereinigung der von einem leuchtenden Punkte herkommenden Lichtstrahlen nur dann in ihrem Brennpunkte bewirkt, wenn dieser Punkt so weit entfernt ist, daß seine Strahlen als nahezu parallel angenommen werden können. Diese Entfernung, die durch Erfahrung auf etwa 8 Zoll festgestellt ist, können wir als die Grenze des deutlichen Sehens bezeichnen. Bringen Sie nun einen Gegenstand demnoch in eine größere Nähe zum Auge, so wird das Bild auf der Netzhaut allerdings eine größere Ausdehnung gewinnen. Aber zugleich werden die von seinen einzelnen Punkten ausgehenden Strahlen nicht mehr als parallele gelten können, sondern auseinanderfahren und sich darum nicht mehr in der Brennweite der Augenlinsen, sondern in etwas weiterer Entfernung vereinigen. Jeder leuchtende Punkt des Gegenstandes wird also auf der Netzhaut nicht mehr das Bild eines Punktes, sondern vielmehr eine kleine ausgedehnte Fläche erzeugen. Die benachbarten Bilder auf der Netzhaut werden folglich über einander greifen, und so muß das Gesammtbild des Gegenstandes ein undeutliches werden.

Das ist freilich ein Uebelstand, der jede nahe Betrachtung eines Gegenstandes unmöglich zu machen scheint. Aber Sie haben ja längst gelernt, auch diesen Uebelstand zu beseitigen. Sie nehmen eine Lupe zu Hülfe. Das scheint Sie zu befremden, da Sie bisher eine ganz andere Vorstellung mit den Wirkungen einer Lupe verbunden haben. Sie glaubten, die Lupe vergrößere Ihnen die Gegenstände, und jetzt sage ich Ihnen, sie hebt nur die Undeutlichkeit eines bereits im Auge vorhandenen vergrößerten Bildes auf. Ich will mich näher erklären. Eine Lupe ist eine Glaslinse, und Sie werden wissen, daß eine Linse die Eigenschaft besitzt, alle von einem in ihrer Brennweite gelegenen Punkte ausgehenden Strahlen bei ihrem Durchgange durch die Linse so abzulenken, daß

Digitized by Google

sie unter sich parallel in einer durch den strahlenden Punkt und den Mittelpunkt der Linse bestimmten Richtung austreten. Bringen Sie also eine Linse in eine solche Entfernung von Ihrem Auge, daß der kleine Gegenstand, den Sie betrachten wollen, sich genau in der Brennweite derselben befindet, so werden von jedem Punkte dieses Gegenstandes nur noch parallele Strahlen in das Auge gelangen, und es wird auf der Netzhaut zwar wieder ein der Nähe des Gegenstandes entsprechend vergrößertes Bild entstehen, aber nicht mehr ein verwaschenes, sondern ein völlig klares und deutliches.

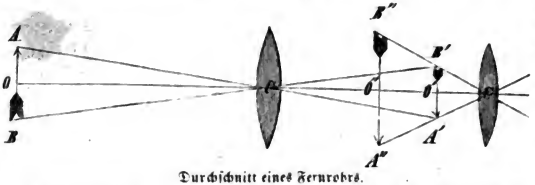
Im gewöhnlichen Leben pflegen Sie zu sagen, eine Lupe vergrößere Ihnen die Gegenstände. Das ist nun nicht ganz richtig. Sie müßten eigentlich sagen, eine Lupe gestatte Ihnen, die Gegenstände in größerer Nähe zu betrachten, ohne Verminderung der Deutlichkeit. Eine Linse von einem Millimeter Brennweite gestattet die Betrachtung eines Gegenstandes in zehnmal größerer Nähe als eine Linse von 10 Millimeter Brennweite, und vergrößert darum auch zehnmal mehr als diese. Die vergrößernde Kraft einer Linse entspricht also der Kürze ihrer Brennweite, und wie weit es die menschliche Kunst in der Erzeugung solcher Linsen zu bringen vermag, davon hat bereits im vorigen Jahrhundert der Neapolitaner di Torre den Beweis geliefert, der eine Linse von $^1/_{10}$ Millimeter Brennweite verfertigte, die also ungefähr eine 2500fache Vergrößerung gewährte.

Was hat nun aber eine Linse mit dem Himmel zu schaffen? werden Sie fragen. Wir können doch nicht die Sterne herunterholen, um sie durch Lupen zu betrachten! Dennoch sollen Sie es. Freilich können Sie nicht die Sterne vom Himmel holen, aber Sie können sich Bilder davon verschaffen, die Sie durch eine Lupe betrachten können. Ich habe Ihnen schon bei Gelegenheit des Auges gesagt, daß eine Linse die Eigenschaft hat, von einem Gegenstande, der weit genug entfernt ist, daß alle von einem Punkte desselben ausgehenden Strahlen beim Durchgang durch die Linse als parallel angesehen werden können, in ihrer Brennweite ein treues Bild dieses Gegenstandes zu erzeugen. Auch ein metallener Hohlspiegel erzeugt ein solches Bild, nur mit dem Unterschiede, daß es hier vor dem Spiegel durch die zurückgeworfenen, dort hinter der Linse durch die gebrochenen Strahlen entsteht. Dieses Bild ist natürlich kleiner als der Gegenstand selbst, aber um so größer, je größer die Brennweite der Linse oder des Hohlspiegels ist, zugleich um so heller, je größer die Fläche ist, welche die Strahlen des Gegenstandes auffängt.

Da haben Sie nun die Grundzüge aller Fernrohre und Teleskope. Verschaffen Sie sich durch eine Linse oder einen Hohlspiegel von großer Brennweite und möglichst großen Dimensionen das Bild eines Sternes, und betrachten Sie dieses Bild durch eine Lupe, d. h. eine Linse von möglichst kleiner Brennweite, so thun Sie alles, was der Astronom thut, wenn er durch die kostbaren Instrumente blickt, die Sie hier in der Sternwarte sehen. In dem Fernrohre haben Sie nur die beiden Gläser in ein Rohr gefaßt, damit sie leichter in die erforderliche Stellung zu einander gebracht werden können. Das kleine Glas, das die Stelle der Lupe vertritt, und das Sie an das Auge halten, heißt hier

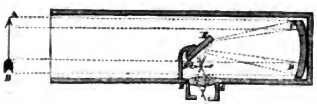
Digitized by Google

das Ocular, das größere Glas, das die Bilder im Innern des Fernrohres erzeugt, das Objectiv. Das kleinere Rohr, welches die Ocularlinse enthält, ist überdies beweglich und verschiebbar, damit man das Ocular sowol nach seiner Eigenthümlichkeit, als nach der des Auges richtig einstellen kann. In den Spiegelteleskopen vertritt der Hohlspiegel die Stelle des Objectivs. Das Auge, welches das in diesem Spiegel erzeugte Bild durch das Ocular betrachten will, muß also seine Stellung diesem Spiegel gegenüber haben. Dabei würde aber der Kopf des Beschauers einen großen Theil des einfallenden Lichts von dem Spiegel abhalten, und um dies zu verhindern, hat man verschiedene Vorrichtungen angewandt. Newton, einer der ersten, welche von Spiegelteleskopen bei astronomischen Beobachtungen Gebrauch machten, ließ das Bild des Hohlspiegels auf einen vor demselben unter einer Neigung von 45° angebrachten, kleinen, ebenen Spiegel fallen, auf dem es von der Seite her durch eine Ocularlinse betrachtet werden konnte. In dem noch früher gebräuchlichen Gregory'schen Teleskope befindet sich gerade dem großen Hohlspiegel gegenüber am Ende des Rohres ein zweiter kleiner Hohlspiegel, welcher das Bild des erstern auffängt und abermals ein Bild davon erzeugt, das durch eine in der Mitte des großen Spiegels angebrachte Oeffnung vermittelst einer Ocularlinse betrachtet werden kann. Bei diesen Einrichtungen erleidet freilich die Helligkeit des Bildes in Folge der doppelten Zurückwerfung eine bedeutende Verminderung. Herschel hat daher bei seinem Riesenin strumente diese Schwächung dadurch zu vermindern gesucht, daß er dem großen Spiegel eine etwas geneigte Stellung gab, so daß die Bilder also nicht mehr in der Axe des Rohres, sondern an seinem äußern Umfange nahe an der obern Oeffnung erzeugt wurden und hier unmittelbar ohne Dazwischenkunft eines zweiten Spiegels durch das Ocular beobachtet werden konnten.



Durchschnitt eines Fernrohrs.

C die Objectivlinse, C' das Ocular, AB der leuchtende Gegenstand, A'B' das Objectivbild, A''B'' das durch das Ocular vergrößerte Bild.



Durchschnitt des Newton'schen Teleskops.

CD der Hohlspiegel, EF der Planspiegel, de sein Bild, GH das Ocular.

Sie kennen nun im Wesentlichen die Einrichtung der astronomischen Sehapparate, die man, je nachdem die Bilder in ihnen durch Linsen oder durch Spiegel erzeugt werden, oft als Fernrohr und Teleskop, passender als Refractor

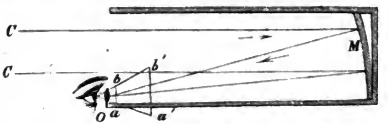
Digitized by Google

und Reflector unterscheidet. Lassen Sie uns nun auch die Leistungen dieser Apparate näher prüfen!

Wie und worin können diese Leistungen wohl anders bestehen, als in der Vergrößerung? werden Sie nach der Vorstellung, die Sie bisher von Fernrohren hatten, sagen. Gut, lassen wir es denn bei der Vergrößerung! Sie wissen nun aber schon, daß diese Vergrößerung von zwei Umständen abhängt, einmal von der Brennweite des Oculars, dann von der Brennweite des Objectivglases oder Hohlspiegels. Je größer die Brennweite des Hohlspiegels oder der Objectivlinse, desto kleiner werden die Bilder, die sie erzeugen. Je kleiner aber die Brennweite des Oculars, in desto größerer Nähe gestattet es, die Bilder zu betrachten, und desto größer erscheinen diese. Sie sehen also, das Maß für die vergrößernde Kraft eines Fernrohrs wird bedingt durch das Verhältniß zwischen den Brennweiten des Objectivs und des Oculars. Sie werden also nicht mehr fragen können, wie viel Mal dieses oder jenes bestimmte Fernrohr vergrößere, denn Sie wissen ja, daß es je nach dem Ocular, das man anschraubt, ganz verschiedene Vergrößerungen gewähren muß. Sie werden aber dafür jetzt fragen müssen: welches ist die stärkste Vergrößerung, die ein Fernrohr verträgt, oder bis zu welcher Grenze darf man das Ocular verschärfen, d. h. seine Brennweite verkürzen, ohne der Deutlichkeit des Objectivbildes zu schaden? Sie sehen nicht ein, warum Sie so fragen sollen! Nun so werden Sie doch zugeben müssen, daß die Deutlichkeit eines Bildes auch von seiner Helligkeit abhängt, und daß diese Helligkeit verschieden ist je nach der Fläche, über welche eine bestimmte Lichtmenge ausgebreitet ist. Je je größerer Nähe Sie nun durch ein Ocular das Objectivbild betrachten, einen desto größern Raum nimmt dieses Bild auf Ihrer Netzhaut ein, desto mehr verliert es also auch an Helligkeit, und es wird daher eine Grenze geben, wo Ihnen der Helligkeit wegen für ein bestimmtes Objectiv keine fernere Vergrößerung durch das Ocular gestattet ist.

Durchschnitt des Gregory'schen Teleskops

N der kleine dem Hauptspiegel gegenüberstehende Hohlspiegel, ab das Bild desselben, MP das Ocular, a'b' das vergrößerte Bild des letztern.



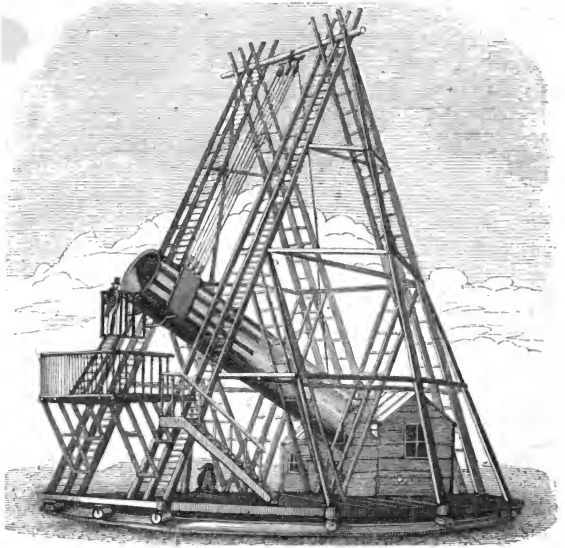
Durchschnitt des Herschel'schen Teleskops.

M der geneigte Spiegel, ab das Bild desselben, O das Ocular und a'b' das vergrößerte Bild desselben.

Jetzt darf ich Ihnen nun wol auch sagen, daß eine zweite, wichtige, oft ganz allein entscheidende Leistung des astronomischen Fernrohrs die Vermehrung

Digitized by Google

der Helligkeit ist. Dieser von Laien so sehr übersehene Punkt, durch den doch so wesentlich der Gebrauch und die Einrichtung des Fernrohrs bedingt ist, findet seine Erklärung in einem höchst einfachen Umstande. Denken Sie sich einen fernen, leuchtenden Punkt, so gelangt bei der Beobachtung mit bloßem Auge von dem Lichte, das er uns sendet, gerade so viel auf die Netzhaut, als die Oeffnung der Pupille aufnimmt. Wollen Sie nun denselben Punkt durch ein Fernrohr betrachten, so wird das ganze Licht, welches durch das Objectiv einfällt, in das



Herschel's Riesenteleskop.

Auge gelangen und dort also eine um so größere Helligkeit erzeugen, als die Objectivöffnung des Fernrohrs die Oeffnung der Pupille übertrifft. Lassen Sie uns diese Sache noch etwas weiter verfolgen! Zur bloßen Deutlichkeit des Sehens erfordert Ihre Netzhaut offenbar nur einen bestimmten Grad der Helligkeit. Da nun durch die Objectivöffnung eines Fernrohrs mehr Licht in Ihr Auge kommt, so wird, um dieselbe für das deutliche Sehen genügende Helligkeit zu gewähren, der leuchtende Punkt um so viel entfernter sein können. Sie sehen also, das Fernrohr macht Ihnen Gegenstände sichtbar, die jenseit der natürlichen Sehgrenze liegen, es dringt weiter in die Himmelsräume ein, als

Digitized by Google

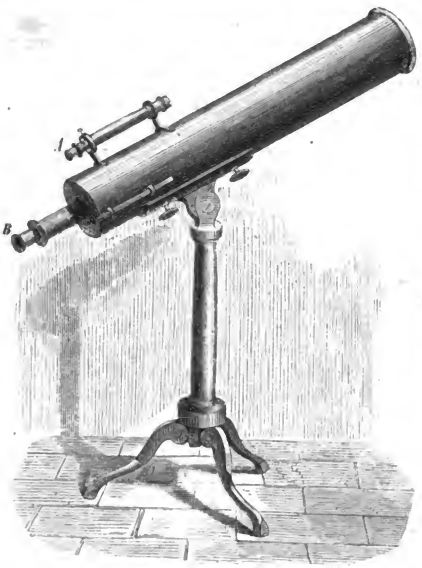
die natürliche Kraft des Auges. Wollen Sie also die raumdurchdringende Kraft eines Fernrohrs nach Zahlen bestimmen, so haben Sie vorzugsweise die Weite der Objectivöffnung zu berücksichtigen, dürfen dabei freilich auch die Unvollkommenheiten in der Durchsichtigkeit des Glases wie der Atmosphäre nicht vernachlässigen. Sie werden dann finden, daß ein Fernrohr von 1 Zoll Oeffnung etwa $4^1/_5$ mal, ein 2zölliges $7^1/_3$ mal, ein 5zölliges 14 mal, ein 9zölliges 20 mal und ein 14zölliges 25 mal weiter in den Himmelsraum vorzudringen vermag, als das bloße Auge.

Wie steht es nun aber mit dieser vermehrten Helligkeit des Bildes im Fernrohr, wenn wir es durch verschiedene Oculare, also unter verschiedenen Vergrößerungen betrachten? Wir werden hier einen Unterschied machen müssen, je nachdem wir es mit leuchtenden Flächen oder blos mit leuchtenden Punkten, also mit Planeten oder Fixsternen zu thun haben. Betrachten wir nun zunächst die Planeten, die uns um ihrer Nähe wegen als kleine Scheibchen gelten müssen! Das Ocular vermag offenbar nicht mehr Licht in das Auge zu senden, als es von dem Objectiv empfängt. Alle Bilder eines Planeten, welche Vergrößerung auch angewandt wird, werden also immer nur durch dieselbe Lichtmenge erzeugt werden. Nun ist es natürlich, daß wenn dieselbe Lichtmenge über eine größere Netzhautfläche verbreitet wird, die Helligkeitsempfindung sich vermindern muß. Die Helligkeit eines Planetenbildes wird also beträchtlich abnehmen mit der Vergrößerung, und starkvergrößernde Oculare werden also keineswegs bei Planetenbeobachtungen große Verwendung finden können.

Ganz anders ist es bei den Fixsternen. Hier haben wir es wirklich der großen Entfernungen wegen mit leuchtenden Punkten zu thun, deren Licht also nicht auf der Netzhaut ausgebreitet wird. Hier bleibt demnach wirklich die Helligkeit des Bildes für alle Oculare unveränderlich, da eine Vergrößerung des Bildes nicht stattfindet. Ja diese Helligkeit wächst sogar mit der vergrößernden Kraft des Oculars. Das Gesichtsfeld nämlich, in welchem der Stern erscheint, und dessen Lichtmenge natürlich von der Größe der Objectivöffnung abhängt, erfährt durch das Ocular eine Vergrößerung und damit eine eben solche Schwächung seiner Helligkeit, wie das vergrößerte Bild eines Planeten. Der Stern erscheint also auf einem dunklern Felde und hebt sich um so schärfer von diesem Grunde ab, je stärker die Vergrößerung ist. Zugleich wird dabei das falsche Licht, welches der brechenden Atmosphäre und der unvollkommenen Durchsichtigkeit der Hornhaut wegen stets das Bild eines Fixsterns umgiebt, verringert, und der Stern erscheint kleiner und schärfer begrenzt, als dem bloßen Auge, um so kleiner, je mehr das Ocular vergrößert. Auch dies trägt wesentlich zur Sichtbarkeit der Fixsterne bei. Denn auf einen je kleinern Raum dieselbe Lichtmenge vereinigt ist, desto größer ist die Helligkeit. Wenn Tycho de Brahe für das bloße Auge den Durchmesser der hellen Fixsterne auf $1—1^1/_2$ Minute schätzte, so verringert ein gutes Fernrohr diesen Durchmesser auf etwa 3 Secunden. Nehmen wir aber auch nur an, daß die Durchmesser der kleinen Kreisscheiben, über welche sich in beiden Fällen das Licht eines Sternes ausbreitet, sich wie 20 : 1

Digitized by Google

verhalten, so wird das Verhältniß der Flächen und dem entsprechend der Lichtstärken selbst gleich 400 : 1. Nun haben wir gesehen, daß beim Sehen mit bloßem Auge das Bild eines leuchtenden Punktes nur dann auf unserer Netzhaut empfunden wird, wenn seine Helligkeit mindestens um $^1/_{61}$ größer ist als die von atmosphärischem Lichte bewirkte Erleuchtung der Netzhaut. Beim teleskopischen Sehen wird ein Stern also sichtbar werden, wenn dieser Helligkeitsunterschied noch 400 mal geringer ist.



Gregory's Teleskop.

Ich darf aber freilich nicht vergessen hinzuzufügen, daß diese äußerste Grenze der Sichtbarkeit nur durch Hinzukommen eines andern Umstandes erreichbar wird. Es ist nämlich eine Eigenthümlichkeit der Netzhaut unsers Auges, daß sie für kurze, schnellwechselnde Lichtreize empfindlicher ist, als für dauernde. Lichtschwache Gegenstände, die ruhend mit bloßem Auge nicht mehr wahrgenommen werden können, heben sich deutlich von ihrem Hintergrunde ab, sobald sie einigermaßen schnell bewegt werden. Humboldt erzählt in seinem Kosmos, daß er einst bei Quito seinen Reisegefährten Bonpland in einer Entfernung von $3^7/_{10}$ geogr. Meilen mit unbewaffneten Augen als einen weißen, sich vor den schwarzen basaltischen Felswänden des Vulkans Pichincha fortbewegenden Punkt erkannte. Diese Einflüsse der Bewegung dürfen wir nun auch bei den Sternen nicht vergessen. Auch sie sind vermöge der täglichen Umdrehung des Himmelsgewölbes in einer beständigen Bewegung. Freilich ist die Geschwindigkeit dieser Bewegung für das bloße Auge nicht groß genug, um die Sichtbarkeit begünstigen zu können. Betrachten wir aber einen Stern durch ein Fernrohr, so erscheint nicht blos sein Bild kleiner und schärfer, sondern auch seine Be-

Digitized by Google

wegung wird vergrößert, weil gleichsam der zarte atmosphärische Schleier, hinter dem wir es sich bewegen sehen, vergrößert ist. Diese Bewegung kann also wol einen Werth erreichen, der die Sichtbarkeit eines schwachen Lichts auf einem erhellten Hintergrunde erleichtert. Bei Planeten und kleinen Monden kann dieser Einfluß sogar von wesentlicher Bedeutung werden.

Nun aber genug davon! Ich denke Sie überzeugt zu haben, daß ein Fernrohr, indem es gleichzeitig die Helligkeit des Objectes vermehrt und das Gesichtsfeld verdunkelt und damit namentlich die Lichtunterschiede vergrößert, sowol am nächtlichen Himmel Millionen bis dahin unsichtbarer Sterne aus der Tiefe des Raumes hervorzaubern, als auch den Tageshimmel mit leuchtenden Sternen besäen kann.

Sie werden nun freilich auch begierig sein zu erfahren, wie weit es die Kunst in der Verfertigung solcher Instrumente eigentlich gebracht hat. Wenn Galilei vor etwa dritthalb Jahrhunderten seine Entdeckung der Jupitertrabanten noch mit einem Fernrohr von 7maliger Vergrößerung machte, wenn 170 Jahre später William Herschel zu seinen Fixsternbeobachtungen bereits 6500malige Vergrößerung anwandte, und wenn wir dann heutigen Tages auf der Irischen Insel jenes Riesenteleskop Lord Rosse's aufgestellt sehen, das noch einmal so tief, als das beste Herschel'sche Instrument in die Tiefen des Himmelsraum's einzudringen gestattet, so offenbart sich darin ein Fortschritt, der nur mit dem der Wissenschaft selbst zu vergleichen ist. Dennoch könnten Sie meinen, daß, nachdem die Theorie einmal erkannt war, doch auch die vollkommenen Instrumente der Gegenwart unmittelbar aus den Händen der Kunst hätten hervorgehen können. Sie kennen freilich die Schwierigkeiten noch nicht. Jetzt, nachdem ich Ihnen von den wunderbaren Leistungen dieser Instrumente erzählt habe, werde ich Ihnen auch ihre Schwächen nicht länger vorenthalten dürfen.

Lassen Sie mich zunächst von den Linsenfernröhren sprechen, die ja den ersten Anstoß zu den neueren astronomischen Forschungen gaben und über ein Jahrhundert lang die unbestrittene Herrschaft auf diesem Gebiete behaupteten. Von der Wichtigkeit der Objectivlinse glaube ich Sie überzeugt zu haben. Sie werden einsehen, daß von der Deutlichkeit des Bildes, welches die Objectivlinse erzeugt, auch die Deutlichkeit des durch das Ocular vergrößerten Bildes abhängt. Diese Deutlichkeit aber setzte voraus, daß alle von einem leuchtenden Punkte herkommenden Strahlen auch in einem einzigen Punkt, dem sogenannten Brennpunkt, durch die Linse vereinigt würden. Ich konnte Ihnen, ohne mich auf weitläufige mathematische Erörterungen einzulassen, nicht nachweisen, daß nur eine einzige bestimmte Form der Krümmung es ist, welche diese Bedingung erfüllt. Die Kugelform, welche man der Schwierigkeit wegen, die mit dem Schleifen der Linsengläser verbunden ist, gewöhnlich diesen Gläsern giebt, entspricht aber dieser theoretisch geforderten Form keineswegs. Vielmehr haben die verschiedenen Zonen solcher Linsen verschiedene Brennpunkte, und die Strahlen, welche nahe an dem Rande der Linse durchgehen, werden stärker gebrochen als

Digitized by Google

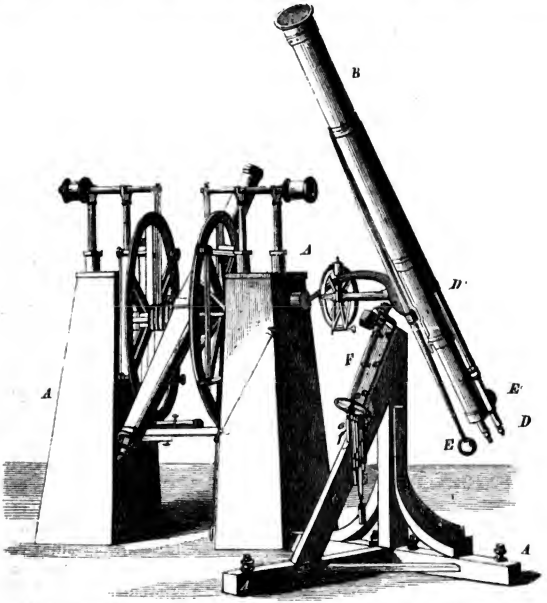
die in der Mitte durchgehenden. Die Folge davon ist, daß jeder Punkt eines leuchtenden Gegenstandes im Bilde nicht mehr als Punkt, sondern als kleine Fläche erscheint, woraus natürlich auch ein undeutliches Gesammtbild hervorgehen muß. Sie werden einsehen, daß eine große Geschicklichkeit von Seiten des Schleifers dazu gehört, wenn diese Fehler in der Krümmung der Linsen beseitigt oder wenigstens fast unschädlich gemacht werden sollen, und daß man zu einer Zeit, wo man diese Geschicklichkeit durch Erfahrung und Scharfsinn noch nicht erlangt hatte, auch nicht daran denken konnte, bedeutende Vergrößerungen auf diese undeutlichen Bilder anzuwenden. Alle Bestrebungen des 17. Jahrhunderts liefen daher darauf hinaus, außerordentlich lange Fernröhre zu verfertigen, d. h. Objectivlinsen von möglichst großen Brennweiten zu erzeugen, welche natürlich auch große Länge des Rohrs bedingten. Man verlegte also die vergrößernde Kraft vorzugsweise in das Objectiv und erreichte dadurch, daß man sich mit schwachen Oculären begnügen konnte, welche die Fehler des Bildes nicht gar zu stark vergrößerten. Huygens, der Entdecker des ersten Saturntrabanten, beobachtete mit einem Fernrohr von 122 Fuß Länge. Auzout construirte ein Objectiv von 300 Fuß Brennweite, das eine 600malige Vergrößerung ertrug. Natürlich konnten solche Riesenfernröhre nicht mehr wirkliche Röhre sein, wie unsere heutigen kleinen Fernröhre, sondern die Objective waren an hohen Masten befestigt, und nur die Oculare steckten in kleinen Röhren, mit denen man nach dem Objectiv visirte. Diese Leidenschaft für lange Fernröhre und zugleich dieses Vertrauen auf ihre Leistungen ging so weit, daß Hooke, der bekannte Nebenbuhler Newton's, den abenteuerlichen Vorschlag machte, ein Fernrohr von der Länge einer halben geographischen Meile zu construiren, durch das man dann die Geschörfe auf dem Monde sehen werde.

Die Unbequemlichkeit in der Handhabung solcher hundertfüßigen Fernröhre oder vielmehr losen, nur durch Stricke einzustellenden Linsenpaare entzog allmählich den Linsenfernröhren die Gunst der Astronomen und verschaffte in der ersten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts den von Newton und Gregory erfundenen Spiegelteleskopen das Uebergewicht. Zwar waren auch diese mit jenem Fehler der sphärischen Form behaftet, aber sie gewährten den Vortheil, daß man den Spiegeln leicht größere Dimensionen geben und dadurch die Helligkeit der Bilder in einem Grade erhöhen konnte, wie es bei Linsen kaum ausführbar erschien. Sie dürfen freilich nicht glauben, daß ein Spiegelteleskop bei gleicher Objectivöffnung auch eine gleiche Helligkeit, wie ein Linsenteleskop giebt. Bei der Spiegelung erleidet das Licht eine zu bedeutende Schwächung. Kaum zwei Drittel des auffallenden Lichts werden von dem Metallspiegel zurückgeworfen, und da bei den Newton'schen und Gregory'schen Teleskopen sogar eine zweimalige Spiegelung stattfindet, so konnte bei einer Vergleichung mit den Linsenröhren nicht einmal die Hälfte der Objectivöffnung in Betracht kommen. Jedenfalls aber war dem Verlangen nach dem Riesenmäßigen hier eine günstigere Aussicht eröffnet als dort. Ehe diese Aussicht sich aber erfüllte, wurde eine Entdeckung gemacht, die den Linsenfernröhren abermals die ungetheilte Aufmerksamkeit der Astronomen

Digitized by Google

zuwandte und ihnen bis auf den heutigen Tag eine bleibende Stätte in den Beobachtungssälen derselben sicherte.

Die Fehler der sphärischen Gestalt der Linsen ließen sich doch durch mechanische Geschicklichkeit mit der Zeit beseitigen. Aber die Linsen sind noch mit einem andern Mangel behaftet, gegen den keine mechanische Kunst hilft, und der so in der Natur des Lichtes begründet scheint, daß selbst ein Newton an der Möglichkeit seiner Beseitigung verzweifelte. Ein Lichtstrahl wird nämlich durch



Das Repsold'sche Mittagsrohr in Pulkowa und der Frauenhofer'sche Refractor in Dorpat.

eine Linse nicht allein gebrochen, sondern auch in Farben zerstreut. Das weiße Licht ist keineswegs so einfacher Natur, als es scheint, sondern besteht aus verschiedenen, farbigen Strahlen, deren Theilchen sich in ganz verschiedenen Schwingungszuständen befinden, und die darum auch ganz verschiedene Ablenkungen durch brechende Mittel erfahren. Solche verschiedene Brechbarkeit bedingt aber auch verschiedene Brennpunkte, die um so weiter von der Linse entfernt liegen werden, je weniger der farbige Strahl gebrochen wurde, d. h. je näher seine

Digitized by Google

Farbe dem Roth liegt. Sie sehen also, daß beim Durchgange durch eine Linse jeder der farbigen Strahlen sein besonderes Bild erzeugt, und daß wir also statt eines einzigen weißen Bildes, wie verlangt wurde, eine Reihe von hinter einander liegenden, gesonderten, farbigen Bildern erhalten. Nur eines dieser Bilder kann natürlich in der Brennweite der Ocularlinse betrachtet werden, nur eins kann also bei seiner Vergrößerung ein deutliches Bild erzeugen. Die übrigen Bilder vermischen sich aber mit diesem einen deutlichen Bilde, und wenn sie sich auch in der Mitte decken und dadurch das Bild wieder weiß erscheinen lassen, so daß nur an den Rändern die Spuren der farbigen Bilder sichtbar werden, so muß doch die Deutlichkeit des Gesammtbildes unter dieser Vielfältigkeit der Bilder leiden.

Von diesem Uebelstande, der mehr als alles jeden Gebrauch einer starken Vergrößerung verhinderte, befreite Dollond's Entdeckung des Achromatismus im Jahre 1759 die Linsenfernröhre. Lassen Sie mich Ihnen diese Entdeckung mit möglichst wenigen Worten klar machen. Sie beruht einfach auf dem Umstande, daß das Brechungsvermögen verschiedener Körper keineswegs mit ihrer Farbenzerstreuung ganz zusammenfällt, daß also zwei durchsichtige Körper einen Lichtstrahl gleich stark brechen, d. h. ablenken können, während die Farben, die sie erzeugen, in dem einen Bilde auf einen doppelt so kleinen Raum zusammengedrängt sind als in dem andern. Sie wissen nun, daß eine hohlgeschliffene Linse in Bezug auf die durchgehenden Strahlen gerade die entgegengesetzten Wirkungen wie eine erhabengeschliffene ausübt. Man könnte also die durch das Objectivglas gegangenen Strahlen nochmals durch eine auf einer Seite hohlgeschliffene Linse gehen lassen, deren Material ihr aber eine solche Eigenschaft verleihen müßte, daß sie nur die Farbenzerstreuung aufhöbe, ohne die Brechung ganz zu vernichten. Ein solches Material lehrte Dollond in einem bleihaltigen Glase, dem sogenannten Flintglase, kennen, und die Verbindung einer halb hohl geschliffenen Flintglaslinse mit einer erhabenen Crownglaslinse ist es, die wir seit Dollond unter dem Namen der achromatischen Linse kennen. Durch sie ist die Undeutlichkeit wegen vielfacher Farbenbilder fast gänzlich beseitigt. Allerdings ist gleichzeitig dadurch die Brennweite der Linsen bedeutend verkürzt und damit eine erhöhte Anforderung an die Geschicklichkeit des Schleifers gestellt.

Daß die Kunst die Erwartungen der Astronomen nicht getäuscht hat, davon liefert Frauenhofer, der sich von einem einfachen Glaserlehrling zur Höhe eines der ersten Künstler und Gelehrten emporschwang, den sichtlichsten Beweis. Aus seiner Hand gingen die großen Refractoren der Dorpater und der Berliner Sternwarte hervor, die eine Objectivöffnung von 9 Zoll und eine Brennweite von $13^1/_3$ Fuß besitzen. Unter seinen Nachfolgern Merz und Mahler gingen aus der von ihm begründeten Fabrik in Benedict-Beuern unweit München die noch größeren Refractoren der Sternwarten von Pulkowa und Cambridge in Nordamerika hervor, beide mit Objectiven von 14 Zoll Oeffnung und 21 Fuß Brennweite versehen. In neuester Zeit sind diese herrlichen Instrumente allerdings noch übertroffen worden durch einen Riesenrefractor, der aus einem Pariser Institute unter der Leitung eines Herrn Porro hervorgegangen ist, und dessen Objectiv

Digitized by Google

bei 19 Par. Zoll Oeffnung eine Brennweite von 46 Fuß besitzt. Die stärkste Vergrößerung aber, welche durch diese achromatischen Fernröhre erreicht werden kann, ist etwa eine 2000fache.

Nun habe ich Ihnen aber vorhin erzählt, daß Herschel bereits vor 70 Jahren eine 6500fache Vergrößerung bei seinen Beobachtungen anwandte. Er erreichte diese Vergrößerung mit Hülfe seiner berühmten Spiegelteleskopen. Ein achromatisches Fernrohr vermag sie nie zu gewähren. Die Unmöglichkeit ist allerdings keine theoretische, sondern nur eine praktische. Sie liegt in der Schwierigkeit, größere Massen reinen, streifenfreien Glases zu bereiten. Jeder Streifen, jede Ungleichmäßigkeit selbst in der Dichtigkeit der Glasmasse wirkt störend auf die Deutlichkeit des Bildes zurück. Diese Schwierigkeiten sind bei Spiegeln nicht zu fürchten, selbst eine Farbenzerstreuung giebt es hier nicht. Darum sind es die Spiegelteleskope gewesen, welche bei dem Fortschreiten der Wissenschaft allein noch das Verlangen nach dem Riesigen befriedigt haben.

William Herschel, damals noch Dilettant in der Astronomie und Musikdirektor in Bath, durch die Noth gedrängt, die Hülfsmittel der Forschung sich selbst zu schaffen, baute jene riesigen Teleskope, die, wenn es seine wissenschaftlichen Arbeiten und Entdeckungen nicht gethan, allein seinen Namen unsterblich gemacht hätten. Mehr als 400 Spiegel von 7 — 20 Fuß Brennweite gingen aus seinen Händen hervor, — und doch mußte er selbst erst die Apparate und die Methode des Schleifens und die Mittel erfinden, die durch die sphärische Form veranlaßten Fehler verschwinden zu machen. Zwei seiner Teleskope sind es besonders, an welche die Nachwelt seinen Namen zu knüpfen gewohnt ist: ein 20füßiges, auf das eine 6000malige Vergrößerung noch mit Erfolg angewandt werden konnte, ausgezeichnet durch die zahlreichen Entdeckungen, die aus ihm hervorgingen, und das berühmte 40füßige, dessen Spiegel 4 Fuß 10 Zoll im Durchmesser maß, und das, obwol nur kurze Zeit im Gebrauch, doch den Beweis lieferte, welche Vollkommenheit diesen Instrumenten gegeben werden kann.

Zwei Instrumente der Gegenwart haben dennoch diese mit Recht so vielfach angestaunten Wunder Herschel's erreicht und sogar übertroffen, und auch diese beiden sind nicht auf Kosten von Regierungen oder reich dotirten Instituten, sondern von zwei Männern geschaffen worden, die nur ihre Begeisterung für die Wissenschaft zu so riesengroßen Opfern veranlaßte. Das eine ist das Teleskop Lassel's zu Starfield bei Liverpool, das zwar nur zwei Fuß Oeffnung und 20 Fuß Brennweite hat, aber dennoch an raumdurchdringender Schärfe dem großen Herschel'schen nahe kommen mag. Das andere ist das Riesenteleskop Lord Rosse's in Parsonstown bei Dublin.

Schon im Jahre 1839 hatte Rosse einen Refractor angefertigt und in der Nähe seines Schlosses aufgestellt, dessen Spiegel 3 Fuß Durchmesser und 27 Fuß Brennweite besaß, und das die allgemeine Bewunderung der Astronomen erregte. Drei Jahre darauf folgte ein Instrument von so riesigen Dimensionen, daß man auf die erste Nachricht davon sich eines ungläubigen

Digitized by Google

Lächelns nicht erwehren konnte. Der Spiegel dieses Instruments mißt bei einer Brennweite von 50 engl. Fuß 6 engl. Fuß im Durchmesser. Seine Fläche umfaßt also 4071 engl. □Zoll, während der Spiegel des 40füßigen Herschelschen Teleskops nur 1811 □Zoll Fläche bot. Die Lichtmasse, die von diesem Spiegel ausgeht, ist also mehr als doppelt so groß, als die im größten Herschelschen Refractor, und Sie wissen ja, daß von dieser Lichtmasse hauptsächlich die raumdurchdringende Kraft eines Fernrohrs abhängt. Bei einer Dicke von $5^1/_2$ Zoll an den Rändern und 5 Zoll in der Mitte wiegt dieser Spiegel über 3 Tonnen ($62^1/_2$ Ctr. Zollgewicht). Nehmen Sie dazu das 52 Fuß lange, 7 Fuß im Durchmesser haltende Rohr, das allerdings nur von Holz und mit eisernen Reifen beschlagen, doch über $6^1/_2$ Tonnen (135 Ctr.) wiegt, dazu endlich die Unterlage, auf welcher der Spiegel ruht, so haben Sie ein Gesammtgewicht des ganzen Instruments von 15 Tonnen oder 312 deutschen Centnern. Dieses Riesenteleskop bewegt sich zwischen zwei starken Mauern, die genau von Nord nach Süd errichtet, nach Innen eine Höhe von 56 Fuß erreichen. Trotz seines Gewichts bewegt es sich zwischen diesen Mauern mit Hülfe einer sinnreichen Maschinerie mit Leichtigkeit auf und nieder, und ein an der östlichen Mauer angebrachter eiserner Gradbogen mißt diese Bewegungen mit großer Genauigkeit. Galerien, die zum Theil fest, zum Theil beweglich eingerichtet sind, führen zu dem obern Theile des Rohrs, und es mag bisweilen einen gefahrvollen Anblick gewähren, wenn man den Beobachter in schwindelnder Höhe an dem Gipfel dieses beweglichen astronomischen Thurmes schweben sieht. Leider ist dieses Instrument ursprünglich nach der bekannten Newton'schen Methode eingerichtet, d. h. mit einem Planspiegel versehen, welcher die Bilder des großen Spiegels nahe am obern Ende des Rohrs aufnimmt, und auf welchem der Beobachter von der Seite des Rohres her die Bilder schaut. Sie wissen, daß eine solche doppelte Spiegelung eine bedeutende Schwächung des Lichts mit sich führt. Rosse hat daher längst die Absicht ausgesprochen, sein Instrument nach der schon erwähnten Herschel'schen Methode abändern zu lassen, so daß also durch eine etwas geneigte Stellung des Spiegels dem Beobachter Gelegenheit gegeben würde, die Bilder von der obern Oeffnung her unmittelbar auf dem großen Spiegel zu betrachten. Ob diese Absicht bereits ausgeführt, vermag ich Ihnen nicht zu berichten.

Weshalb diese Spiegelteleskope trotz ihrer unvergleichlich größeren Vervollkommnungsfähigkeit dennoch die achromatischen Linsenfernröhre nicht aus den Sternwarten verdrängt haben, kann Ihnen kaum noch ein Räthsel bleiben. Der Astronom braucht sein Fernrohr nicht blos zum Schauen, sondern auch zum Messen. Dazu bedarf es aber einer außerordentlich leichten und sichern Beweglichkeit. Daß diese mit dem ungeheuren Gewichte der Spiegelteleskope nicht zu vereinigen ist, versteht sich von selbst. Das Gewicht der Spiegel, die ja doch nur aus Metall gefertigt werden können, ist so ungeheuer, daß bei ihrer Aufstellung Lassell und Rosse die sinnreichsten Vorrichtungen erdenken mußten, damit nicht durch eine geringe Druckänderung in einem einzelnen Punkte ihrer Ober-

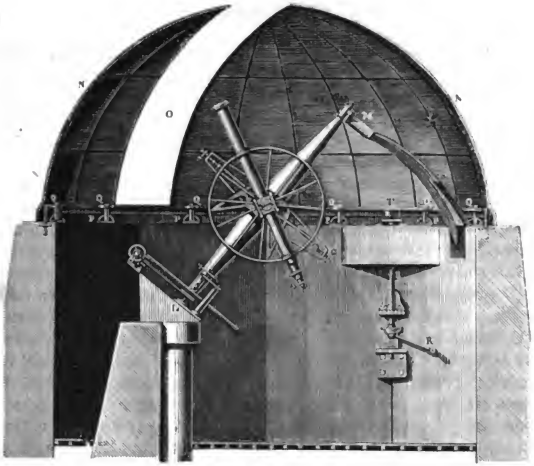
Digitized by Google

fläche eine merkliche Veränderung ihrer Krümmung bewirkt wurde. Trotz der großen Dicke, die man diesen Spiegeln gegeben hatte, zeigten sie doch längere Zeit, je nach der Art des Aufliegens auf ihren Lagern und je nach der Höhe, auf welche man die Teleskope richtete, manchfach entstellte und verzerrte Bilder.

Eine neue Zukunft scheint sich den Spiegelteleskopen in unsern Tagen zu eröffnen. Was sie so seltnen Eingang auf Sternwarten finden ließ, war, außer dem bedeutenden Lichtverlust zumal bei doppelter Spiegelung und den dadurch bedingten großen Dimensionen und lästigem Gewichte des Spiegels, namentlich ihre geringe Dauerhaftigkeit. Durch Einwirkung von Feuchtigkeit und Gasen laufen die Spiegel sehr bald an, und ein Aufpoliren hat in der Regel den Untergang der genauen Gestalt des Spiegels und damit auch seiner Leistungen zur Folge. Herschels 40füßiges Teleskop ward schon nach einigen Jahren unbrauchbar und ist gegenwärtig nur eine wissenschaftliche Reliquie. Von allen diesen Mängeln scheint nun eine an sich höchst unscheinbare chemische Erfindung die Teleskope befreien zu wollen. Es ist gelungen, polirte Glasflächen mit einer so außerordentlich dünnen und gleichmäßigen Silberschicht zu überziehen, daß sie vollkommen die Rolle von Metallspiegeln übernehmen können. Die genau sphärisch geschliffene Glasfläche behauptet ihre Gestalt unverändert, und die kaum $^1/_{300,000}$ Linie dicke Silberschicht kann, wenn sie einmal anläuft, unbeschadet der Form, gereinigt oder selbst erneut werden. Der Lichtverlust beträgt bei solchen Silberspiegeln überdies nur 9 Proc. und selbst bei zweimaliger Spiegelung nur 17 Proc., während er bei dem besten Frauenhofer'schen Objectiv 23 Proc. erreicht. Teleskope mit Silberspiegeln würden daher Fernröhre mit gleicher Oeffnung sogar an Helligkeit noch übertreffen. Dadurch würde aber der Vortheil erzielt, daß man den Teleskopen bei gleicher Brennweite größere Oeffnung geben könnte als den Fernröhren. Ein solches dreizölliges Teleskop würde bei 18 Zoll Brennweite den Leistungen eines dreizölligen Fernrohrs von 42 Zoll Brennweite nahe kommen. Erwägen Sie nun noch die einfache Herstellung dieser kein streifenfreies Glas mehr verlangenden Spiegel und die dadurch bedingten niedrigen Preise, so dürften Sie es keine zu überspannte Erwartung nennen, daß solche Silberspiegelteleskope bald selbst in Privathäuser eindringen und die Wunder des Himmels an den häuslichen Herd herniederzaubern werden.

So glaube ich Ihnen denn eine genügende Vorstellung von jener Kunst und ihren Hülfsmitteln verschafft zu haben, durch welche der Mensch versucht, den Lichtstrahl in seine Gewalt zu bringen. Sie werden sich aber zugleich überzeugt haben, daß es auch hier Grenzen giebt, und daß, wie weit auch der Mensch in die Tiefen des Weltraums zu greifen vermag, es ihm doch nimmer gestattet sein wird, alles Licht von dort her in ein Bündel zusammenzufassen und in sein Auge zu versenken. Darum habe ich Sie ja in Voraus bedeutet, daß der Lichtstrahl nicht der alleinige Träger und Bote durch den Himmelsraum sein kann, und daß, wenn das Licht uns seinen Dienst versagt, der Gedanke an seine Stelle treten muß. Wie er den Lichtstrahl zu überflügeln und nächtliche Tiefen zu erhellen vermag, davon will ich Ihnen an einem der nächsten Abende eine Anschauung geben.

Digitized by Google



Das Aequatorialinſtrument.

Fünftes Kapitel.

Die tägliche Bewegung des Himmels.

Eine Sternwarte iſt gerade nicht der Ort, den man mit einem Beſuche von wenigen Stunden abfertigen kann. Da giebt es ſo zahlreiche Inſtrumente mit ſo künſtlichen Einrichtungen zu betrachten, und jedes Inſtrument hat irgend etwas zu erzählen, jedes irgend eine Ueberraſchung bei der Hand. Hat man nun vollends Kunde erhalten von der lichtſchöpferiſchen Zauberkraft der Teleſkope, ſo kann man ſich den Wunſch nicht verſagen, auch von den Leiſtungen der wunderbaren Inſtrumente etwas zu erfahren, mit denen man ſie hier verbunden ſieht, und an denen ſie gleichſam die Fühlhörner abgeben.

So gern alſo meine Zuhörer auch die verſprochene Abreiſe in den Himmelsraum beſchleunigt geſehen hatten, ſo ließen ſie ſich doch leicht bereden, noch einen oder zwei Abende unter dieſen redenden Zeugen der Wiſſenſchaft zuzubringen, zumal ſie ſeit der letzten Unterhaltung von der Nothwendigkeit noch mancher Vorbereitung überzeugt waren. Mit der Kunſt des Sehens hatten ſie ja auch die Schwierigkeiten deſſelben kennen gelernt. Trotz aller ſtaunenswerthen Leiſtungen der Fernröhre hatte ich ihnen doch ſchließlich gezeigt, daß

Digitized by Google

der Lichtstrahl nicht ausreicht, um die Geheimnisse des Himmels zu ergründen. Deutlicher und reicher zwar gestaltet sich das Bild des Himmels dem bewaffneten Auge; aber immer bleibt es ein Bild. Dies Bild zu entzaubern, zu beleben, ist allein der Gedanke berufen. Diese Entzauberung aber einzuleiten, war der heutige Abend bestimmt.

„Ich habe Ihnen schon neulich einmal gesagt," begann ich meinen Vortrag, indem ich die Klappen des Kuppeldaches zurückschlug, um die Aussicht auf die flimmernde Sternenschaar draußen zu öffnen, „daß der Sternhimmel eigentlich als eine Karte zu betrachten sei, von der unsere Sternkarten mehr oder minder treue Kopien liefern. Kaum einer Landschaft, sagte ich, ist dieser Himmel im eigentlichen Sinne zu vergleichen; denn es fehlt ihm jede Perspective, es fehlen ihm die Schlagschatten und Farbentöne, durch welche sich die Gegenstände einer Landschaft vom Hintergrunde abheben; man müßte denn jene schimmernden Lichtnebel, welche das Teleskop aus den Tiefen der Himmelsnacht heraufzaubert, als Hintergrund auffassen. Den Alten galt der Himmel als ein festes Krystallgewölbe, an dessen innerer Fläche die Sterne gleich Nägeln befestigt seien, und es gehörte schon die philosophische Anschauung eines Aristoteles dazu, 8 solcher Himmelssphären übereinander zu erblicken. Dem Auge, selbst dem bewaffneten ist der Himmel noch heute ein solches Gewölbe, eine bemalte, schimmernde Fläche. Wer also reisen will in jenen Regionen, der muß sich über die Anschauung erheben, der muß an die Stelle seines leiblichen Auges ein geistiges setzen. Wäre ich Philosoph, meine Freunde, so würde ich Ihnen sagen: der Begriff des Reisens hebt den Begriff der Fläche, des landschaftlichen Bildes auf, und dieses Aufheben des Begriffs geschieht durch Veränderungen in den Verhältnissen des Bildes, durch ein Auseinanderfließen des Hintergrundes und ein Hervortreten einzelner Punkte desselben, mit einem Worte durch Bewegung. Nun ist es zwar keineswegs meine Ansicht, daß man erst im Begriffe reisen müsse, ehe man es in Wirklichkeit versucht. Dennoch hätte ich Lust, einen philosophischen Hokuspokus mit Ihnen zu treiben. Wenn Sie mir nämlich nur versprechen wollen, recht aufmerksam nach meinen Anweisungen durch diese hier aufgestellten Instrumente den Himmel zu betrachten, so will ich Ihnen beweisen, daß Sie, ohne das Zimmer verlassen zu haben, eine ganz bedeutende Reise durch den Himmelsraum machten. Sie werden nämlich den Begriff der Landschaft schließlich aufgehoben finden, und kein Philosoph wird Ihnen also bestreiten können, daß das eine Reise sei.

Bewegung soll ich Ihnen am Himmel zeigen, darauf läuft Alles hinaus. Bewegung soll Ihnen die Perspective und die Schatten des Bildes ersetzen und Sie die Wirklichkeit errathen lassen, die hinter der bemalten Fläche sich birgt. Sie sehen, daß hier der Punkt ist, wo der Gedanke in sein Recht tritt, und daß der Gedanke allein die wirkliche Himmelswelt aufbaut, während das Licht nur den Pinsel leiht für ein Gemälde der Welt. Um alle die verschiedenen Bewegungen am Himmel zu erkennen, dazu bedurfte es Jahrtausende langer Beobachtungen, und um selbst die alltäglichsten und dem blödesten Auge sich aufdrängenden Bewegungen in ihrem eigentlichen Wesen zu erkennen und von jedem täu-

Digitized by Google

schenden Scheine zu befreien, dazu mußten die größten Geister der Menschheit aufstehen und den gefährlichsten aller Kämpfe, den Kampf des Gedankens gegen die vermessene und trotzige Blindheit der Sinne vollführen. Daß Ihnen dieser Kampf nicht so schwer werden wird, liegt theils daran, daß Sie sich der absoluten Herrschaft der Sinne bereits auf anderen Gebieten entzogen haben, theils aber auch an der Vortrefflichkeit der Waffen, die Ihnen die Wissenschaft durch mich bietet. Was ich aber heute mit Ihnen vorhabe, ist mit einem Worte, Sie beobachten zu lehren, wie ich Sie neulich sehen gelehrt habe.

Blicken Sie zunächst einmal durch dieses feststehende Fernrohr und lassen Sie Ihr Auge 2 bis 3 Minuten darin verweilen. Der Fixstern, den Sie jetzt in der Mitte seines Sehfeldes erblicken, wird sich mehr und mehr dem Rande nähern und endlich ganz entschwinden. Was Ihnen hier einige Minuten lehren, das konnten Sie freilich längst und alltäglich durch aufmerksame Betrachtung des Himmelsgewölbes erfahren. Jene strahlende Capella dort tief im Nordosten wird in wenigen Stunden hoch am östlichen Himmel heraufgerückt sein und gegen Morgen fast gerade über Ihren Köpfen nahe dem Scheitelpunkt des Himmels, dem Zenith, stehen. Das bekannte Gestirn des großen Bären, das jetzt seine Schwanzsterne fast gegen den Horizont herabsenkt, wird bald diese Sterne nach Osten kehren und am Morgen hoch gegen den Zenith emporstrecken. Dieses Gestirn scheint also geradezu alltäglich einen Kreislauf am Himmel zu vollenden und zwar um einen Punkt, der durch den Ihnen bereits bekannten Polarstern angedeutet wird. Denn Sie werden finden, daß zu jeder Zeit und in allen Stellungen des Gestirns die Linie, welche sie durch die beiden Hinterräder des großen Wagens ziehen, die man oft schlechthin als die Richtsterne bezeichnet, auf jenen Polarstern wie auf einen unverrückbaren Punkt hinweist. Aehnliche Kreisbewegungen werden Sie aber auch bei allen Sternen, die sich innerhalb eines Abstandes von etwa 52° vom Polarstern befinden, beobachten können, und ich kann Ihnen im Voraus mittheilen, daß diese Bewegungen nicht eigentlich genau in 24 Stunden, sondern in 23 Stunden 56 Minuten 4 Sek. vollendet werden.

Wenden Sie jetzt Ihre Aufmerksamkeit einer andern Gegend des Himmels zu! Dort im Südosten geht so eben der glänzende Stern des südlichen Fisches, der Fomalhaut auf. Sie brauchten nur 5 Stunden der Nacht darauf zu verwenden, um seinen ganzen Lauf zu verfolgen. Sie würden ihn nur wenige Grade über den Horizont sich erheben und endlich nach Vollendung seines flachen Bogens im Südosten wieder verschwinden sehen. Andere Sterne, wie die gleichfalls so eben im Aufgang begriffenen Plejaden dort im Nordosten, werden Sie bedeutendere und höhere Bogen am Himmel beschreiben, die Plejaden z. B. in einer der unserer Julisonne ähnlichen Bahn nach etwa 18 Stunden zum Horizont niedersteigen sehen.

Ich wollte, ich könnte Sie in diesem Augenblick nach Borneo oder auf die Galopagosinseln oder nach Quito in Südamerika oder an sonst einen Punkt in der Nähe des Aequators zaubern. Der Himmel würde Ihnen dort ein ganz anderes Schauspiel darbieten. Eine Menge Ihnen bisher völlig unbekannter

Digitized by Google

Sterne und Sternbilder würden Ihnen erſcheinen. Den Polarſtern würden Sie nicht mehr hoch am Himmel wie bei uns, ſondern nahe am Horizont erblicken und den großen Bären als auf- und untergehendes Geſtirn kennen lernen. Denn ſämmtliche Sterne gehen dort auf und unter, und alle verweilen faſt die gleiche Zeit von 12 Stunden über dem Horizonte. Die genau im Oſten aufgehenden Geſtirne ſteigen zum Zenith hinauf, alle übrigen beſchreiben um ſo kleinere Kreisbogen und bewegen ſich um ſo langſamer über das Himmelszelt hin, je näher ſie dem Nord- oder Südpunkt auftauchen. Wiederum anders

Der nördliche Himmelspol.

würde Ihnen das Himmelsſchauſpiel auf Vandiemensland oder in Buenos-Ayres erſcheinen. Dort würden Sie weder den Polarſtern noch den großen Bären erblicken. Dafür aber würden Sie den Südpol hoch am Himmel finden, umkreiſt von den prachtvollen Geſtirnen des ſüdlichen Kreuzes und des Centauren. Könnte ich Sie endlich auch an den Nordpol verſetzen, ſo würden Sie keine Sterne mehr auf- und untergehen ſehen, ſondern in ewiger Monotonie würde das ganze himmliſche Heer unausgeſetzt in je 24 Stunden den Himmel umkreiſen.

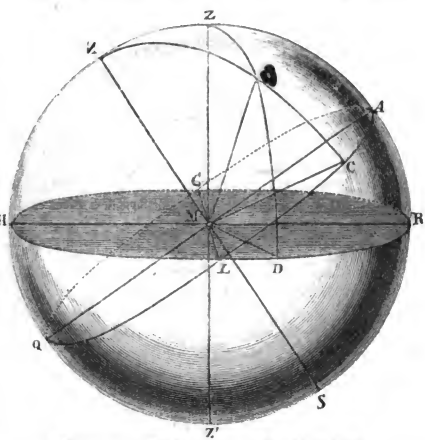
Wenn Sie alle dieſe Bewegungserſcheinungen des Himmels zuſammenfaſſen, ſo müſſen Sie zu dem Schluſſe gelangen, daß anſcheinend das ganze

Digitized by Google

Himmelsgewölbe sich täglich rings um die Erde dreht. Daß diese Drehung eine gemeinsame und nicht etwa eine jedem Sterne eigenthümliche ist, davon muß Sie schon die leicht zu verschaffende Beobachtung überzeugen, daß Sie von Ihrem Zimmer aus denselben Stern heute wie nach 30 Jahren stets an demselben Punkte des Horizonts, hinter demselben Baume, derselben Mauer aufgehen sehen. Einen noch bestimmteren Beweis aber würden Sie erlangen, wenn Sie mit Hülfe eines einfachen Winkelinstruments, etwa zweier um einen gemeinsamen Mittelpunkt drehbarer und durch einen getheilten Kreisbogen verbundener Fernröhre, versuchten, zu verschiedenen Tagesstunden den Winkel zu messen, welchen zwei mehr oder weniger von einander entfernte Sterne für Ihr Auge bilden. Sie würden finden, daß dieser Winkel stets unverändert bleibt, was doch nur der Fall sein kann, wenn Sie als Beobachter im Mittelpunkte der sich drehenden Kugelschale stehen, an welcher jene Sterne befestigt sind. Aber noch mehr! Schon ein Astronom der Vorzeit, Hipparch auf Rhodus, hat 120 Jahre vor unserer Zeitrechnung die gegenseitigen Winkelabstände von 126 Sternen gemessen, und das Bild des Himmels, das er aus jenen Messungen für seine Zeit entwarf, ist genau dasselbe, das Sie noch heute erblicken. Sie sehen, daß die Alten gar nicht unrecht hatten, von Fixsternen zu reden. So sehr aber auch diese Thatsache auf den ersten Blick mit unserer gewonnenen Vorstellung von einer gemeinsamen Drehung des Sternhimmels übereinstimmt, so könnte doch einer denkenden Betrachtung — und zu solcher habe ich Sie ja aufgefordert — gerade ein Widerspruch darin zu liegen scheinen. Die Beobachtungen Hipparch's wurden in Alexandrien gemacht, also in einer bedeutenden Entfernung von unserm heutigen Standort. Eine solche Entfernung, sollte man meinen, könnte doch nicht ganz ohne Einfluß auf die Messung von Winkelabständen bleiben, es wäre denn, daß die Unsicherheit der Messung größer wäre, als die sich ergebenden Unterschiede. Wir wollen nun auf's Gerathewohl annehmen, zwei verschiedene Beobachtungsörter seien um 1000 Meilen von einander entfernt, und die äußerste Grenze der Genauigkeit, welche bei einer Winkelmessung erreicht werden könne, betrage gerade noch eine Bogensecunde. Nun sei der Winkelabstand irgend zweier Sterne an dem einen Orte zu 15°, also 54,000 Sec. gefunden. Betragen jene 1000 Meilen genau den 54,000sten Theil der geradlinigen Entfernung der Sterne von diesem Beobachtungsorte, so müßten die Sterne vom zweiten Beobachtungsorte allerdings unter einem um 1 Sec. kleineren Winkel erscheinen. Geschieht dies aber nicht, so geht daraus offenbar hervor, daß 1000 Meilen noch nicht den 54,000sten Theil des Abstandes der Sterne ausmachen, d. h. daß sie also mehr als 54 Millionen Meilen von der Erde entfernt sind. Sie sehen zugleich, in wie innigem Zusammenhange die Genauigkeit der Winkelmessung mit der Kenntniß von den Entfernungen der Fixsterne steht, und wie die Sterne in dem Maße weiter in den Himmelsraum hinausgerückt werden mußten, als die Genauigkeit der Meßinstrumente zunahm.

Ich brauche Sie nicht erst daran zu erinnern, daß diese Bewegung in der That nur eine scheinbare, durch die tägliche Axendrehung unserer Erde bewirkte

ist. Sie sind mit dieser Vorstellung bereits von Jugend auf vertraut, und es bedarf für Sie nicht mehr des Hinweises auf die ungeheuren Entfernungen jener Fixsterne und die schwindelnde Geschwindigkeit, die durch eine tägliche Bewegung derselben um unsere Erde bedingt wäre. Hielten Sie auch nur jene Grenze fest, welche wir uns vorhin durch die Vergleichung der Hipparch'schen Beobachtungen mit unseren eigenen steckten, wollten Sie sich die Sterne auch nur in einem Abstande von 54 Millionen Meilen denken, so würde das schon auf eine Geschwindigkeit von 16,000 Meilen in der Secunde führen. Sie wissen ja aber bereits recht gut, daß die Schärfe unserer Beobachtungsmittel die Grenze für den Abstand zahlloser Fixsterne auf mehr als 2 Billionen Meilen hinausgerückt hat, und das würde eine Geschwindigkeit erfordern, mit welcher ein Raum von 145 Millionen Meilen in jeder Secunde, während jedes Pulsschlages durchmessen würde, ein so reißender, über alle Vorstellung und alles in der natürlichen Ordnung gewohnte Maß hinausgehender Flug, daß er die himmlischen Welten, und wären sie noch so fest, in Atome zertrümmern müßte. Ihnen also brauche ich nicht erst zu sagen, daß trotz jener täglichen Bewegung der Sterne, der Himmel für uns noch unbeweglich fest steht.



Astronomische Eintheilung des Himmelsgewölbes.

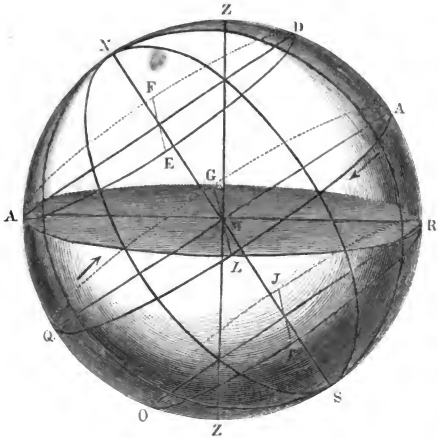
Z Zenith. HR Horizont. N Nordpol. AQ Aequator. ZO Zenithdistanz. DO Höhe des Sternes. ODR Azimut. NO Poldistanz. CO Declination des Sternes. OCA Rectascension.

Das wird Ihnen im Grunde freilich nicht lieb sein zu hören; denn es ist das Geständniß, daß wir noch keinen Schritt unserm Ziele näher gekommen sind. Bewegung wollte ich Ihnen am Himmel zeigen, und nun habe ich Sie die einzige, Ihnen bisher aufgefallene Bewegung als eine blos scheinbare kennen gelehrt. Ihre Reise durch den Himmelsraum, von der ich Sie überzeugen wollte, ist damit für's erste auf die tägliche kleine Rundreise um den Umfang unserer Erde beschränkt. Soll Ihre Reise sich ausdehnen, so muß ich Sie weitere Veränderungen am Himmel, Bewegungen, die, wenn auch noch so wenig, von dieser allgemeinen abweichen, finden lehren. Zu diesem Zwecke aber muß ich

Digitized by Google

Sie in den Besitz von Mitteln setzen, durch welche Sie zu jeder Zeit, für jeden Stern den Ort aufzufinden vermögen, an welchem er sich, jener allgemeinen Bewegung zufolge, gerade befinden müßte. Wir müssen mit einem Worte zuvor die ordentliche Bewegung jedes Sternes fixiren, um die außerordentliche erkennen zu können.

Gestatten Sie mir, meine Damen, meine Erläuterung des Verfahrens, nach welchem die Astronomen Ortsbestimmungen am Himmel vornehmen, an Ihren Stickrahmen anzuknüpfen. Wenn Sie die Stelle für den ersten Stich auf Ihrem Canevas suchen, so pflegen Sie für einen beliebigen Punkt Ihres Musters die Linien zu zählen, um die er vom obern und vom linken Rande entfernt ist. Gerade so wollen wir es am Himmel machen. Noch sehen Sie zwar am Himmel kein solches Netz von Linien oder Maschen wie auf Ihrem Muster oder Canevas, aber wir wollen es bald schaffen.



Parallelkreise und Stundenkreise.

Wäre die Drehung des Himmels nicht, so wäre es das Einfachste, vom Zenith herab, gleich den Rippen einer Glaskuppel, senkrecht auf den Horizont sogenannte Höhenkreise durch die Sterne zu ziehen. Der Abstand eines Sternes vom Zenith, seine Zenithdistanz, oder sein Abstand vom Horizont, seine Höhe, würde in Verbindung mit dem Winkel, welchen sein Höhenkreis mit dem eines andern bekannten Sterns oder sonst eines fest bestimmten Punktes, des Südpunktes z. B. bildet, und den man das Azimut nennt, hinreichen, den Ort des Sterns genau zu bestimmen. Bei der bekannten Drehung des Himmels aber würde diese Ortsbestimmung immer nur für einen Augenblick Gültigkeit haben, da Azimut und die Höhe des Sterns sich beständig ändern. Wir müssen uns also nach einem andern Netze umsehen, das von dieser täglichen Drehung unberührt bleibt.

Der ganze Sternhimmel dreht sich, wie wir gesehen haben, um zwei unverrückbar feste Pole. Jeder Stern beschreibt einen Kreis am Himmel, und alle

Digitized by Google

diese Kreise, die man darum auch Parallelkreise nennt, sind unter sich parallel. Der größte unter ihnen, genau in der Mitte zwischen beiden Polen, der Aequator, theilt das ganze Himmelsgewölbe in zwei gleiche Hälften. Da haben Sie schon die erste Anlage zu jenem Netze. Freilich reichen diese Parallelkreise, deren Entfernung vom Pole man die Poldistanz nennt, zu einer Ortsbestimmung der Sterne noch nicht aus; denn die Poldistanz eines Sterns gilt nicht für diesen Stern allein, sondern für den ganzen Kreis, in dem er sich bewegt. Aber jeder Stern erreicht genau in der Mitte zwischen seinem Auf- und Untergange seinen höchsten Stand am Himmel. Das ist selbstverständlich aus der gemeinsamen Drehung des Ganzen, und eben so selbstverständlich ist, daß alle diese Höhenpunkte der Sterne in einem einzigen größten Kreise liegen, welcher von Pol zu Pol eine Ebene abschneidet, die man die Meridianebene nennt. Einer nach dem andern gelangen alle Sterne bei jedem Umschwunge des Himmels mindestens einmal in diese Linie, den Meridian; man sagt sie culminiren. Bei der Gleichförmigkeit dieses Umschwunges kann daher die Zeit, welche zwischen dem Meridiandurchgange des einen Sterns und dem eines andern verfließt, sehr bequem zu einer Ortsbestimmung dieser Sterne dienen. Denn der Unterschied der Zeit mißt auch den Winkel, um welchen sich das Himmelsgewölbe inzwischen dreht, mißt also auch den Winkel, welchen die von den Polen durch die beiden Sterne gezogenen größten Kreise unter einander bilden. Diese Kreise aber nennt man die Stundenkreise, die Winkel, welche sie einschließen, die Stundenwinkel. Da haben Sie das Netz vollendet: Parallelkreise und Stundenkreise, rechtwinklich einander kreuzend, wie die Linien Ihres Stickmusters oder die Fäden Ihres Canevas, nur hier an einer Kugelschale gedacht. Durch Poldistanz und Stundenwinkel ist der Ort jedes Sternes am Himmel so genau bestimmt, wie durch die gezählten Fäden jeder Stich Ihrer Stickerei. Eins freilich haben wir dabei noch vergessen, die Punkte, von denen wir unsere Zählung hier beginnen sollen.

Der eine Punkt, von dem wir die Abstände der Parallelkreise, die Poldistanzen also, zu zählen haben, ist uns gegeben. Das ist für unsern nördlichen Himmel der Nordpol, werden Sie sagen und dabei auf den Polarstern deuten, den ich Sie selbst als solchen aufzufassen lehrte. Wie aber, wenn ich bekennen müßte, daß ich mir in dieser Beziehung eine kleine Ungenauigkeit habe zu schulden kommen lassen, wie, wenn der Polarstern nicht wirklich so unabänderlich fest stände, als wir es doch vom Pole verlangen müssen? Wollen Sie einen Blick durch dieses Fernrohr thun, so werden Sie sich davon überzeugen. Das Fernrohr steht, wie Sie sehen unbeweglich fest, und dennoch wird der Polarstern, den Sie jetzt in der Mitte seines Gesichtsfeldes erblicken, im Verlaufe einer Stunde etwa daraus verschwunden sein. Auch er steht also nur in der Nähe des Poles und beschreibt gleich andern Sternen seinen täglichen Kreis um diesen. Der Abstand des Polarsterns vom Pole beträgt etwa $1^1/_2$ Grad. Es gilt also jetzt ein Mittel zu ersinnen, durch welches wir mit Sicherheit den Pol, d. h. den wirklichen, von keinem Sterne bezeichneten, festen Drehpunkt des Himmels bestimmen können.

Digitized by Google

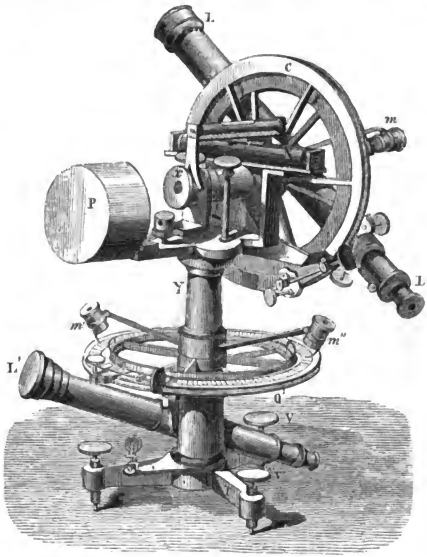
Wäre der Himmel, wie ihn die alten Astronomen sich dachten, ein festes krystallenes Gewölbe, wäre der Pol also einer jener Zapfen oder Angeln, in welchen die Weltaxe sich unaufhörlich drehte, um jene wunderbare Harmonie der Sphären zu erzeugen, die zu vernehmen freilich dem irdischen Ohre nicht vergönnt war; wäre dieser Pol endlich — denn auch das ist eine Vorstellung der alten Weisen — wie bei einem Rade oder einer Drehbank durch eine kleine Nabe bezeichnet, so könnte es für unsre vervollkommten Instrumente keine Schwierigkeit haben, ihn aufzufinden, und jedenfalls wäre die Besorgniß unnütz, daß er jemals den einmal bestimmten Ort des Himmels verlassen könnte. Seit aber die Wissenschaft der Neuzeit solche Vorstellungen für roh erklärt und den festen Himmel in ein Heer freier, beweglicher Welten verwandelt hat, ist auch der Pol in eine bloße Idee verflüchtigt und, was noch schlimmer ist, wie Sie sehen werden, selbst die Sicherheit seiner Ortsbestimmung erschüttert worden. Lassen wir indeß diese letzte Besorgniß einstweilen beiseits und versuchen wir den Pol als Produkt der täglichen Drehung durch diese selbst zu bestimmen.

Erinnern Sie sich jetzt, daß die höchsten Standörter, welche sämmtliche Sterne in ihrem täglichen Laufe über dem Horizonte einnehmen, durch einen größten Kreis verbunden werden, den wir den Meridian oder die Mittagslinie nannten, und daß dieser Kreis durch das Zenith wie durch den Pol des Himmels geht. Gelingt es uns, die Lage dieses Meridians genau zu bestimmen — und das werden wir ohnehin versuchen müssen, um die Culmination der Sterne und ihre Stundenwinkel beobachten zu können, — so wird uns durch ihn wenigstens schon die Richtung auf den Pol angewiesen. Das einfachste Mittel zur Auffindung des Meridians scheint uns durch den Umstand gegeben, daß die Höhenpunkte der Sterne stets genau in der Mitte zwischen ihrem Auf- und Untergangspunkte liegen. Freilich dürfte es sehr schwer sein, diese Punkte des Auf- und Unterganges genau zu beobachten, da der Horizont selten ganz frei und namentlich fast immer mit Dünsten bedeckt ist, welche Gesichtstäuschungen veranlassen. Man könnnte nun freilich statt der Auf- und Untergangspunkte gewisse gleiche Höhen des Sternes über dem Horizonte wählen. Die ganze Aufgabe würde dann darin bestehen, zweimal in gleichen Höhen über dem Horizonte genau und gleichzeitig Höhe und Azimut eines Sterns zu beobachten.

Ich benutze diese Gelegenheit, Sie mit einem für den Astronomen höchst wichtigen Instrumente bekannt zu machen, das den Namen des Theodolits führt. Wie Sie sehen, besteht es im Wesentlichen aus zwei getheilten Kreisen, von denen der eine vertikal, der andere horizontal ist. Jeder dieser Kreise ist mit einem Fernrohr so fest verbunden, daß bei einer Drehung ihre gegenseitige Stellung nicht verändert werden kann. Jeder dieser drehbaren Kreise oder Alhidaden, wie man sie nennt, ist wieder von einem festen, unbeweglichen Kreise oder Limbus umgeben, der in Grade und kleinere Theile getheilt ist. Sie sehen also, daß man auf diesen beiden Limbus jede Bewegung des Instruments, die horizontale des einen und die vertikale des andern Fernrohrs ablesen kann. Nur

Digitized by Google

wird es Ihnen schwerlich auch begreiflich sein, wie dies mit großer Genauigkeit, d. h. nicht blos nach Graden, sondern auch nach Minuten und Secunden geschehen kann. Damit Sie überhaupt einen Begriff von einer astronomischen Winkelmessung bekommen, will ich Ihnen hier die Einrichtung, auf welcher sie beruht, deutlich zu machen suchen. Sie sehen an verschiedenen Punkten der Alhidaden Lupen angebracht, durch welche Sie am Rande derselben eine Theilung bemerken werden. Dem Anschein nach ist diese Theilung nicht wesentlich von der des Limbus unterschieden, und dennoch gestattet sie für die Winkelmessung noch sehr kleine Theile abzulesen. Es entsprechen nämlich dieser Alhidadentheilung genau 29 Theile von der Theilung des Limbus. Da dieses Stück der Alhidade aber genau wieder in 30 Theile getheilt ist, so wird jeder dieser Theile um $^1/_{30}$ kleiner sein als jeder der Theile des Limbus. Der kleinste Theil auf dem Limbus entspricht einem halben Grad. Bleibt nun bei irgend einer Stellung des Instruments, in welcher ein Winkel gemessen werden soll, ein Bruchtheil eines solchen halben Grades übrig, so dient das Stück der Alhidadentheilung zur Messung dieses Restes. Es wird nämlich irgend einer der 30 Theilstriche der Alhidade mit irgend einem der nächsten 29 Theilstriche des Limbus zusammenfallen, und der Unterschied der beiden dadurch bezeichneten Stücke auf der Alhidade und dem Limbus wird den unbekannten Rest messen. Jeder Theil der Alhidade ist aber [illegible] der 30ste Theil eines halben Grades, also um eine Minute kleiner, als jeder Theil auf dem Limbus. Folglich giebt die Anzahl der Theilstriche bis zum Zusammenfallen der beiden Theilungen die Anzahl der Minuten an, welche jener Rest enthält. Diese Einrichtung ist es, deren Sie unter dem Namen des Nonius oder

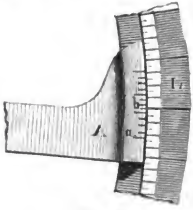


Theodolit.

Digitized by Google

Vernier bei astronomischen, geometrischen oder anderen Messungen gewiß schon erwähnen gehört haben.

Für astronomische Messungen reicht indessen selten dieser Nonius ganz aus, und man pflegt namentlich bei größeren und feststehenden Instrumenten statt seiner eine andere Einrichtung anzuwenden, die noch weit sicherere und genauere Resultate erzielt. Da Ihr Vertrauen auf die Sicherheit und Richtigkeit der astronomischen Messungen wesentlich durch die Kenntniß solcher Hülfsmittel bedingt ist, so will ich Ihnen auch von dieser überaus sinnreichen Einrichtung einen Begriff zu verschaffen suchen. Sie ist unter dem Namen des Mikrometers bekannt. Es ist im Wesentlichen ein kleines Fernrohr, welches in seinem Brennpunkt ein Fadenkreuz trägt und unveränderlich gegen die auf dem Außenrande des sich drehenden Alhidadenkreises angebrachte Theilung gerichtet ist. Blicken Sie durch dieses kleine Fernrohr, so sehen Sie das vergrößerte Bild eines kleinen Stückes der Theilung und mitten darin die sich kreuzenden Fäden. Diese Fäden aber sind nicht unbeweglich wie in gewöhnlichen Fernröhren, sondern können mit Hülfe einer kleinen Schraube in der Richtung der Theilung des Instruments fortbewegt werden, und darauf eben beruht, wie wir sehen werden, die außerordentliche Feinheit dieser Messung. Wenn nämlich der große drehbare Kreis des Instruments aus einer genau bekannten Stellung in eine andere übergeht, so wird es selten geschehen, daß einer der Theilstriche desselben genau mit dem Kreuzungspunkte der Fäden des Mikrometerfernrohrs zusammen fällt; vielmehr wird sich dieser Kreuzungspunkt fast immer zwischen zwei solchen Theilstrichen befinden. Es wird daher, um die ganze erfolgte Drehung zu messen, auch der kleine Abstand des Kreuzungspunktes von dem zuletzt durchlaufenen Theilstriche gemessen werden müssen. Das geschieht nun durch die Bewegung des Fadenkreuzes mit Hülfe der Schraube. Jeder Umlauf der Schraube, der zu dieser Verschiebung erfordert wird, entspricht nämlich einem bestimmten Bruchtheil jener Theilung, und selbst Bruchtheile eines solchen Umlaufes können durch die feine Theilung, welche der Kopf der Schraube trägt, noch gemessen werden. Gesetzt, der große Alhidadenkreis sei von 5 zu 5 Minuten getheilt, und die Mikrometerschraube müsse genau 10 Umläufe vollenden, um das Fadenkreuz von einem Theilstriche zum andern zu schieben, der Umfang des Schraubenkopfes sei endlich in 60 gleiche Theile getheilt; so wird jeder Umlauf der Schraube einen Bogen von 30 Secunden und jeder Theilstrich des Schraubenkopfes einen Bogen von einer halben Secunde messen. Sie sehen, wie durch diese einfache, aber sinnreiche Vorrichtung eine Genauigkeit der Winkelmessung erzielt werden kann, von der Sie erst einen



Nonius

Mikrometer.

Digitized by Google

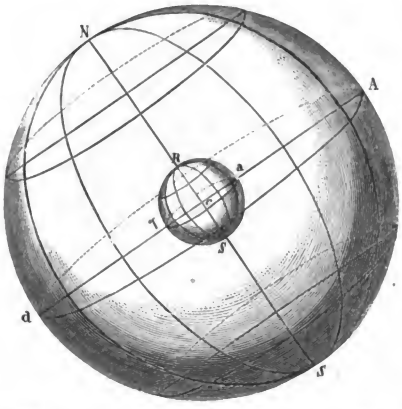
vollen Begriff bekommen werden, wenn ich Ihnen sage, daß die hier angegebne Grenze der Genauigkeit, eine halbe Secunde, ungefähr dem 77sten Theile des scheinbaren Durchmessers der Jupiterscheibe gleich ist.

Jetzt, nachdem ich Ihnen Vertrauen zu der Genauigkeit der astronomischen Winkelmessung eingeflößt habe, können wir zu jener Anwendung derselben zurückkehren, welche die Bestimmung des Meridians zum Zwecke hatte. Sie haben bereits gesehen, daß der vertikal stehende Kreis oder Höhenkreis des Theodolits mit seinem Fernrohr geeignet ist, die Höhe eines Sterns, der Horizontalkreis aber sein Azimuth festzustellen. Der Astronom richtet also einige Stunden nach dem Aufgang eines Sterns, wenn er etwa eine Höhe von 15° über dem Horizonte erreicht hat, das Fernrohr seines Höhenkreises auf denselben, so daß er genau in der Mitte seines Fadenkreuzes erscheint. Das Instrument wird dann mit Hülfe von Stellschrauben festgestellt und der Nonius des Horizontalkreises abgelesen. Einige Stunden vor seinem Untergange wird der Stern wieder dieselbe Höhe über dem Horizonte einnehmen. Um diese Zeit dreht man den Horizontalkreis sammt dem Höhenkreise und seinem Fernrohr, dessen Neigung gegen den Horizont ja dadurch keine Veränderung erleidet, um die vertikale Axe des Instruments nach Westen, bis man den Stern genau wieder im Fadenkreuze des Fernrohrs hat. Man liest nun abermals den Nonius des Horizontalkreises ab und erfährt so den Winkel, welchen die beiden verschiedenen Stellungen des Fernrohrs einschließen. Genau in der Mitte dieses Winkels liegt der Meridian. Dieses Verfahren, die Meridianlinie zu bestimmen, das man als die Methode der correspondirenden Höhen bezeichnet, hat lange Zeit in der Astronomie eine bedeutende Rolle gespielt. Dennoch ist sie mit wesentlichen Mängeln behaftet. Sie werden freilich nicht die Schwierigkeit begreifen, die es hat, einen Stern gleichzeitig unter dem horizontalen und vertikalen Faden des Fernrohrs zu erhalten. Aber Sie müssen an die ununterbrochene Bewegung der Sterne denken, die sie, wenn man sie in der einen Richtung festgestellt zu haben glaubt, bereits wieder entführt, während man die Feststellung in der andern Richtung versucht. Dennoch hat der Astronom gerade aus dieser Schwierigkeit eine andere, weit zuverlässigere Methode zur Bestimmung der Meridianlinie herzuleiten gewußt.

Ich brauche Sie nicht erst darauf aufmerksam zu machen, daß die Bewegung des Himmels eine durchaus gleichmäßige ist, daß in allen Parallelkreisen in gleicher Zeit gleiche Bogen durchlaufen werden. Eine einmalige Beobachtung des Himmels mittelst eines Winkelinstruments würde Sie davon überzeugen. Ich muß aber Ihren Blick auf jene nie auf- und untergehenden Sterne lenken, die täglich den Pol umkreisen, und die man als Circumpolarsterne zu bezeichnen pflegt. Denken Sie sich jetzt ein um eine horizontale Axe drehbares Fernrohr, das also bei seiner Drehung stets eine Vertikalebene beschreibt, auf die Nordseite des Himmels gerichtet, an welcher jene Sterne kreisen. Das Fernrohr wird hier offenbar in seiner Drehung den Parallelkreis irgend eines jener Circumpolarsterne durchschneiden. Liegt dieser Schnitt rechts von dem Mittelpunkte des Kreises, so wird er denselben in zwei ungleiche Theile theilen, und der Stern wird mehr

Digitized by Google

Zeit gebrauchen, um nach Westen hin den untern Durchschnitt zu erreichen, als um von Osten her wieder in den obern zu gelangen. Bewegt man also nun sein Fernrohr, ohne die horizontale Lage der Axe zu ändern, etwas weiter nach Westen, so wird ein neuer Durchschnitt des Parallelkreises erfolgen, und der Stern wird nun vielleicht umgekehrt weniger Zeit gebrauchen, um westlich den untern Schnitt zu erreichen, als um östlich zum obern zurückzukehren. Der Mittelpunkt des Parallelkreises liegt also jetzt zur Rechten des letzten Schnittes und muß mitten inne zwischen beiden gesucht werden. Durch wiederholte Versuche wird man dahin gelangen, diejenige Stellung des Fernrohrs zu ermitteln, in welcher der Stern eben so viel Zeit gebraucht, um von oben nach unten zu gehen, als um von unten nach oben zurückzukehren. Das ist die Stellung, in welcher das Fernrohr genau die Meridianlinie am Himmel beschreibt. Diese Methode ist es nun in der That, die man noch heutzutage auf den meisten Sternwarten anwendet, um die Instrumente genau in der Richtung von Süd nach Nord aufzustellen.

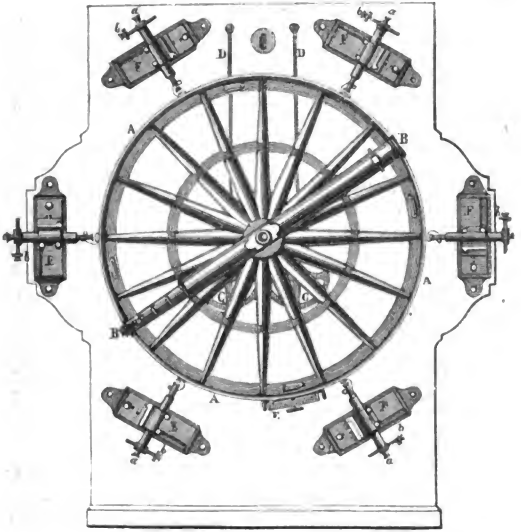


Die Stundenkreise und Parallelkreise am Himmel und die Meridiane und Parallelkreise auf der Erde.

So haben wir denn bereits eine wichtige Marke am Himmel gefunden und in dem Netze, das wir über seine Kuppel ausspannten, wenigstens einen Faden fest bestimmt. Wir müssen nun aber auch den Anfangs- und Mittelpunkt dieses Netzes, den Pol des Himmels aufsuchen. Das wird auch für Sie keine Schwierigkeiten mehr haben. Er muß ja genau in der Mitte zwischen jenem höchsten und niedrigsten Orte eines Circumpolarsterns liegen, durch deren Lage wir unsere Meridianebene bestimmten. Dieser Pol und der in einem Abstande von 90^0 um ihn gezogene größte Kreis am Himmel, der Aequator, haben natürlich für jeden Ort auf der Erde eine andere Höhe über dem Horizonte. Die Höhe des Pols über dem Horizonte nennt man die Polhöhe, und ich brauche Ihnen nicht erst zu sagen, daß sie mit der geographischen Breite eines Orts gleichbedeutend ist, da unsere irdischen Kreise erst aus der Uebertragung der himmlischen auf die Erde hervorgegangen sind.

Digitized by Google

Unſer Netz am Himmel iſt jetzt vollendet und wir ſind in den Stand geſetzt, Ortsbeſtimmungen am Himmel vorzunehmen. Es iſt gebildet durch die im Pole zuſammenlaufenden Stundenkreiſe und durch die Parallelkreiſe der Sterne. Iſt der Parallelkreis und der Stundenkreis eines Sternes bekannt, ſo iſt auch der Ort deſſelben vollſtändig beſtimmt. Es gehört alſo nichts weiter zu dieſer Ortsbeſtimmung, als die Beobachtung eines Sterns bei ſeinem Durchgange durch den Meridian. Zu dieſem Zwecke bedarf es wieder nur eines Inſtruments, deſſen Fernrohr genau in der Ebene des Meridians ſteht. Als



Mauerkreis von vorn geſehen.

ſolche Inſtrumente werden Sie in den Sternwarten gewöhnlich das Mittagsfernrohr oder Paſſageinſtrument und den Mittagskreis oder Mauerkreis finden. Das erſtere iſt ein einfaches Fernrohr, das um eine horizontale auf maſſiven Pfeilern ruhende Axe genau in der Ebene des Meridians drehbar iſt. Das andere iſt ein großer, mit einem Fernrohr verſehener Höhenkreis, der gleichfalls nur in der Meridianebene gedreht werden kann. Beide ſind mit außerordentlich genauen Pendeluhren verbunden, da die Uhr, wie wir ſehen werden, eine bedeutende Rolle in der Ortsbeſtimmung der Sterne ſpielt.

Digitized by Google

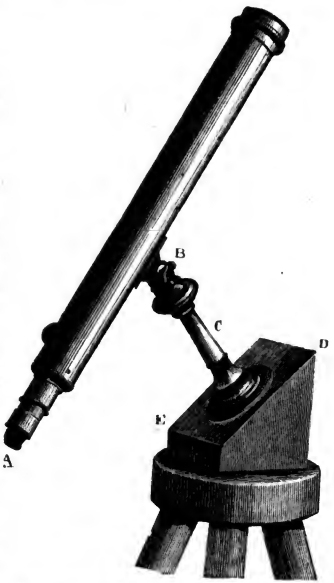
Richten wir nun das Fernrohr eines solchen Mittagskreises auf einen Stern im Augenblick, wo er in Folge der täglichen Bewegung in den Meridian tritt, so können wir leicht an seiner Theilung den Bogen, um den dieser Stern vom Pole absteht, also seine Poldistanz ablesen. Statt dieser Poldistanz wählen indessen die Astronomen bei der Ortsbestimmung der Sterne lieber den Abstand des Sterns vom Aequator, den man die Declination oder Abweichung desselben nennt, und der die Poldistanz offenbar zu 90° ergänzt. Es käme nun nur noch darauf an, auch den Stundenkreis zu bestimmen, in welchem ein Stern sich befindet. Da sämmtliche Stundenkreise einer nach dem andern in den Meridian treten, so wird es nöthig werden, irgend einen derselben als den ersten und denjenigen festzustellen, auf welchen alle übrigen bezogen werden können. Kümmern wir uns nun einstweilen nicht um den Astronomen, sondern treffen wir einmal selbst unsere Wahl. Sie wird offenbar auf den Stundenkreis irgend eines besonders hellen Sterns, etwa des Sirius fallen. Beobachten wir nun die Zeit, welche zwischen dem Meridiandurchgange des Sirius und dem desjenigen Sterns, dessen Ort wir bestimmen wollen, verfließt, so ist uns damit auch die Lage des Stundenkreises des letztern gegeben, d. h. der Bogen gemessen, welchen beide Stundenkreise auf dem Parallelkreise des Sterns oder auf dem Aequator abschneiden. Denn dieser Bogen muß stets zum ganzen Kreisumfange in demselben Verhältniß stehen, wie sich die zu seiner Durchlaufung erforderte Zeit zu der Zeit einer ganzen Umdrehung des Himmels verhält. Jener Bogen des Aequators aber, oder der Abstand des Stundenkreises eines Sterns von dem ersten Stundenkreise, für uns jetzt dem des Sirius, ist das was der Astronom die grade Aufsteigung oder Rectascension eines Sterns nennt.

Sie sehen also, daß wir es hier mit der Uhr zu thun bekommen, und daß die Zeit, welche diese Uhr mißt, allein bestimmt wird durch die tägliche Umdrehung des gestirnten Himmels. Man bezeichnet sie deshalb auch als Sternzeit und die Einheit, auf welche sie zurückgeführt wird, d. h. die Zeit, welche von einem Meridianburchgange eines Sterns bis zum andern verfließt, als Sterntag. Aber wir dürfen nicht übersehen, daß, indem wir die Zeit in unsre Ortsbestimmung der Sterne gemischt haben, zugleich eine gewisse Beweglichkeit in das Netz gekommen ist, das wir über den Himmel ausgespannt zu haben glaubten. Es ist uns gleichsam von allen jenen Fäden, die wir an den Pol festknüpften, nur einer übrig geblieben, und die einzelnen Stundenkreise entstanden uns eigentlich nur dadurch, daß wir diesen Faden, den Meridian, über die einzelnen Sterne hingleiten ließen. Dadurch, daß wir die Ortsbestimmung der Sterne von der Umdrehung des Himmels abhängig machten, ist es nur möglich, für einen bestimmten Augenblick den Ort eines Sterns festzustellen. Für jeden andern Zeitpunkt aber wird dieser Ort auch ein anderer sein. Unsre Aufgabe scheint damit im Wesentlichen verfehlt. Der Himmel sollte für uns ein festes, unerschütterliches Gewölbe werden, dessen Festigkeit uns eben in den Stand setzen sollte, auch die kleinsten Ortsveränderungen der Sterne, sei es in Folge ihrer eigenen Bewegung oder eigenthümlicher fortschreitender Bewegungen unserer

Digitized by Google

Erde zu erkennen. Dazu bedarf es eines festen Netzes am Himmel, und das werden wir nicht gewinnen, wenn wir einen beliebigen Stern, der nicht einmal immer am Himmel sichtbar ist, der überdies jedenfalls an der Bewegung der andern Sterne theilnimmt und so gut wie diese selbst seine eigene Bewegung haben kann, zum Anfangspunkt der Stundenkreise wählen. Dazu bedürfte es strenggenommen eines Punktes, der unabhängig von der gesammten Sternwelt, unabänderlich fest an den Himmel gebannt ist. Ob ein solcher existirt, und wie die Astronomen sich geholfen haben, das wollen wir nun sehen.

Für seine Beobachtungen wenigstens ist es dem Astronomen gelungen, sich unabhängig von der täglichen Bewegung zu machen und sich eine Art festen Himmelsgewölbes zu schaffen. Sie wissen, daß es eben dieser Bewegung wegen außerordentlich schwer ist, einen Stern auch nur eine kurze Zeit hindurch im Gesichtsfelde eines Fernrohrs festzuhalten. Die Linse des Fernrohrs vergrößert nicht allein die Dimensionen des Objects, sondern auch seine Bewegung. Will man eine Beobachtung von nur einiger Dauer machen, so muß man beständig mit dem Fernrohr dem Sterne nachrücken, und das verursacht eine höchst lästige Störung. Man ist daher auf den Einfall gekommen, ein Fernrohr mit einem Uhrwerk in Verbindung zu setzen, durch welches es eine genau dem Sterne in seinem täglichen Laufe folgende Bewegung erhält, ohne daß der Beobachter etwas damit zu thun hätte. Durch eine solche Einrichtung ist der Beobachter wirklich in eine Lage versetzt, als ob der ganze Himmel in völliger Ruhe wäre. Diese Einrichtung aber, die man eine parallaktische oder, wie man richtiger sagen würde, parallatische Aufstellung des Fernrohrs nennt, verlangt zunächst eine genau auf den Pol gerichtete Drehungsaxe, auf welcher senkrecht eine zweite Axe befestigt ist, um welche sich das Fernrohr dreht. Schon eine solche Vorrichtung würde genügen, durch eine bloße Handbewegung das Fernrohr dem Laufe eines Sterns folgen zu lassen. Für gewöhnlich aber wird, wie ich schon sagte, diese Bewegung durch ein Uhr-



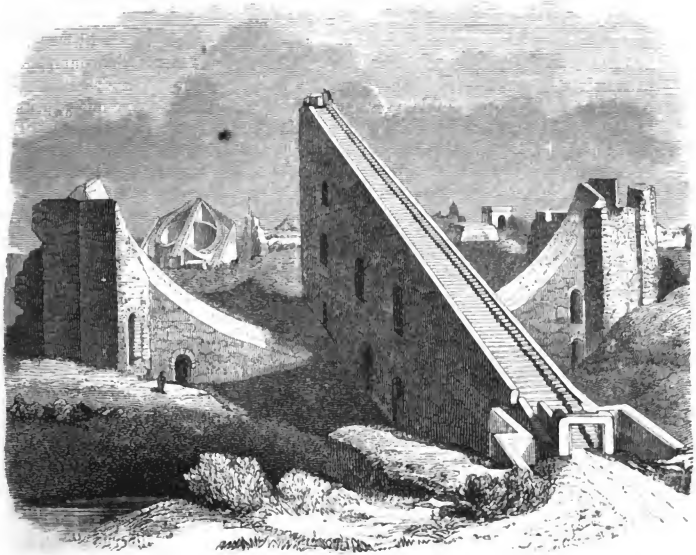
Ein Fernrohr mit parallaktischer Aufstellung.

Digitized by Google

werk hervorgerufen, welches mit größter Gleichmäßigkeit genau in einem Sterntage das Fernrohr um seine auf den Himmelspol gerichtete Axe führt, während die zweite darauf senkrechte Axe gestattet, das Fernrohr auf jeden beliebigen Parallelkreis, also auch auf jeden beliebigen Stern einzustellen. In großen Sternwarten sieht man ein solches parallaktisches Fernrohr unter dem Namen des Aequatorialkreises (Siehe die Vignette S. 56.) stets auf dem höchsten Theile des Gebäudes unter einer drehbaren und nach einer Seite mit einer Oeffnung versehenen Kuppel aufgestellt. Die Drehung dieses Instruments mißt also zugleich die Stundenwinkel oder Rectascensionen der Sterne, die man auf einem feingetheilten Kreise ablesen kann, der genau in der Ebne des Aequators auf der schiefen Fläche des steinernen Pfeilers befestigt ist, welcher die Drehungsaxe des Instruments trägt. Ein zweiter getheilter Kreis ist an dem Fernrohr selbst befestigt und läßt die Declinationen der Sterne ablesen. Dem Astronomen ist der Aequator gleichsam zum Horizont geworden, über dem die Sterne in ewiger Ruhe schimmern, so daß er, wie er sonst, um die Höhe eines Sterns über dem Horizont zu messen, seinen Theodolith gerade auf diesen Stern richtete und an seiner Theilung den Winkel las, so jetzt nur das Fernrohr seines Aequatorials auf den Stern zu richten braucht, um Declination und Rectascension desselben zu lesen.

Aber wie bewundernswürdig es auch sein mag, wenn der Astronom den himmlischen Heerschaaren auf diese Weise Stillstand gebietet, diese Ruhe ist doch nur eine scheinbare; die Bewegung des Himmels ist nur aufgehoben durch die entgegengesetzte des Instruments. Für die sichere Ortsbestimmung der Sterne bedarf es eines wirklich ruhenden oder wenigstens eines wirklich von dieser allgemeinen Bewegung des Himmels unabhängigen Punkts, eines Punkts etwa für den wir in ähnlicher Weise Beständigkeit in Anspruch nehmen können, wie wir es für den Himmelspol nach allgemeinen physikalischen Gesetzen müssen. Mag auch kein Stern diesen Punkt bezeichnen, auf den wir unsere Beobachtungen und Messungen am Himmel beziehen müssen, wenn uns Ortsveränderungen am Himmel nicht entgehen sollen, mag er auch ein bloser Gedanke sein, der an jenem Gewölbe haftet: immerhin wird er als eine außer uns liegende, von jedem Zufall unabhängige, in ewigen und unabänderlichen Naturgesetzen begründete Erscheinung bezeichnet werden müssen. Was kann also näher liegen, als der Gedanke, daß wir nach einer Bewegung zu forschen haben, die unberührt von jener täglichen der gesammten Sternwelt, nach festen, für uns erkennbaren und bis auf einen hohen Grad der Genauigkeit von uns erkannten Gesetzen am Himmel vor sich geht! Diese Bewegung aufzusuchen und dadurch einen sichern Anknüpfungspunkt für unsere Ortsbestimmungen am Himmel zu gewinnen, das soll unsre Aufgabe für den nächsten Abend sein, der uns zusammenführen wird. Für jetzt lassen Sie dem Himmel seine scheinbare Ruhe; denn die Bewegung, in die wir ihn versetzen werden, wird ja der wichtigste Theil unserer Reise selbst sein. Wer den Himmel durchwandern will, darf nicht müssig schauen, sondern muß ihn mit den Hebeln seines Geistes aus den Angeln heben."

Digitized by Google



Eine indische Sternwarte bei Delhi.

Sechstes Kapitel.

Die jährliche Bewegung des Himmels.

Bei einem großen Theile meiner Zuhörer hatte unsre letzte Unterhaltung nicht den rechten Anklang gefunden. Namentlich die Damen waren ungeduldig geworden; sie meinten, man könne nicht schnell genug in den Himmel kommen. „Wozu diese Beobachtungen?“ sagten sie. „Wir Frauen sind vermöge unsrer angebornen Neugier nun einmal nicht zum Beobachten geschaffen. Es hat uns recht gut gefallen, Manches, was wir als Alltägliches und Selbstverständliches keines Nachdenkens mehr für werth hielten, in einer ganz neuen Bedeutung kennen zu lernen, Anderes, dessen Namen uns bisher schon mit Schrecken erfüllt hatte, und das wir nur dem gelehrten Astronomen zugänglich und verständlich glaubten,

Digitized by Google

nun plötzlich so klar und einfach uns vor Augen gestellt zu sehen. Es ist wahr, das Alles mag sehr nützlich sein und wirklich bereits eine wahre Verwandlung in unsrer Anschauung des Himmelsgewölbes gewirkt haben. Aber Sie hätten uns nicht so viel von den Wunderdingen sprechen sollen, die Sie uns zeigen wollten. Zeigen Sie sie nur, denn wir sind reiselustig und als Frauen damit auch reisefertig. Bringen Sie uns ja nicht auf den Argwohn," setzten sie drohend hinzu, „daß Sie das Versprechen der Wanderung nur zum Vorwande benutzt hätten, um uns auf Schulbänke zu locken. Wir wollen in's Freie!"

„Seien Sie unbesorgt," erwiderte ich, „Sie werden noch zeitig genug in's Freie kommen, und es wird Sie noch schwindeln vor dieser Freiheit. Aber ganz konnte ich Ihnen eine kleine Vorschule nicht ersparen. Ich möchte nicht, daß Sie gleich jenen englischen Touristen reisen, die, ihr Reisebuch in der Hand, nach Städten und Burgen, Bergen und Wasserfällen nur ausschauen, um in ihr Tagebuch verzeichnen zu können, daß sie dieselben gesehen haben. Solchen Reisenden ist die ganze Natur nur ein Panorama. Ihnen wollte ich eine genußreichere Reise verschaffen, von der Sie auch etwas Bleibendes mit sich nach Hause nähmen. Sie müssen bedenken, daß ich Sie in Räume führen werde, in denen eine unendliche Fülle des Lebens wogt, von der Sie aber mit dem Auge des Touristen grade so wenig erblicken würden, als von dem Leben im Wassertropfen ohne Mikroskop. Sie würden zweifeln, ob Sie überhaupt noch reisen, wenn Sie nicht einige Kenntniß von den Mitteln besäßen, durch welche auch die kleinsten Veränderungen in jener fernen Welt erkannt und gemessen werden können."

„Ich habe Sie nicht ohne Grund zu einer „Reise", einer „Wanderung" durch die Himmelsräume eingeladen, und Sie wissen bereits recht gut, daß es nur die Flügel des Lichts oder des Gedankens sind, die uns tragen werden. Sie wissen wohl, daß es nur der Weg, auf dem die Wissenschaft ihre wunderbaren Resultate erzielt hat, ist, den wir wandern werden. Aber dieser Weg ist der Weg der Beobachtung. Jedes neue Beobachtungsmittel ist gleichsam ein Wegweiser in ein neues, bisher unbekanntes Gebiet. Sie sehen also, daß ich Sie wenigstens einer oberflächlichen Bekanntschaft mit diesen Wegweisern nicht überheben konnte, wenn ich Sie nicht der Gefahr aussetzen wollte, sich am Himmel in die Irre zu verlieren. Uebrigens verspreche ich Ihnen, Ihre Reiselust nicht mehr lange zügeln zu wollen. Aber festen Fuß müssen wir doch wenigstens zuvor am Himmel fassen, und das, werden Sie sich erinnern, war uns an dem letzten Abende noch nicht gelungen."

Gegen ein so billiges Verlangen war freilich Nichts einzuwenden, und so wurde mir noch für eine Stunde geduldige Aufmerksamkeit gelobt, die ich fest entschlossen war, nicht auf zu harte Probe zu stellen.

„Vergeblich, sagte ich schon, haben wir uns bemüht, an dem ewig bewegten Himmel feste Punkte aufzufinden, auf welche wir jede Veränderung in der Stellung der Gestirne beziehen, und an welchen wir sie messen könnten. Ein solcher Punkt war uns freilich durch den Pol, den einzigen, von der täglichen Drehung

Digitized by Google

des Himmels unberührten Punkt, gegeben; aber er genügte nicht, das Netz, das wir über das Himmelsgewölbe gezogen hatten, zu befestigen. Könnten wir noch an die Unbeweglichkeit der Fixsterne glauben, so wäre es freilich das Einfachste gewesen, in irgend einem glänzenden Sterne jenen festen Punkt, den wir suchten, zu wählen. Aber gerade die Erwartung, Veränderungen auch in jener fernen Fixsternwelt zu finden und durch sie Aufschlüsse über ihre Ordnung und ihre Natur zu gewinnen, ist es, auf welche die Hoffnung sich gründet, unsere Reise über die Grenzen unserer heimischen Planetenwelt auszudehnen. Die alten Aegypter glaubten noch an die Festigkeit des Fixsternhimmels, und ihnen war darum ganz folgerichtig ein solcher Fixstern, der Sirius, sowol der Markstein am Himmel, wie der Wächter des Jahres. Sein Wiedererscheinen in den Strahlen der Morgensonne bezeichnete ihnen den Anfang des neuen Jahres. Aber freilich mußten sie bald erfahren, daß bereits nach hundert Jahren der Sirius um fast 25 Tage früher aus den Sonnenstrahlen hervortrat. Freilich war das nicht gerade die Schuld des Sirius und seiner Bewegung. Uns aber würde, wenn wir in ähnlicher Weise den Sirius zum Anfangspunkt unserer Stundenkreise wählten, bei der Vervollkommnung unsrer Beobachtungsmittel in Folge noch ganz anderer Bewegungen, von denen die Alten noch gar keine Ahnung hatten, auch eine ganz ähnliche Erfahrung in Betreff der Ortsbestimmung der Sterne drohen. Wir würden bald die heillosesste Verwirrung am Himmel gewahren, in der wir nicht mehr zu entscheiden vermöchten, ob eine Veränderung unsers Anfangspunktes oder eine Bewegung der Fixsterne sie veranlaßt hätte. So mußten wir uns denn nach einer andern Bezeichnung unsers festen Punktes umsehen, und es konnte uns nichts näher liegen, als der Versuch, ihn durch eine zweite, von der Drehung des Himmels völlig unabhängige, aber eben so genau bekannte und nach mathematischen und physikalischen Gesetzen zu berechnende Bewegung am Himmel festzustellen. Zwei verschiedene Bewegungen müssen einander nothwendig kreuzen, und wenn beide Bewegungen unabänderlich oder doch in ihren kleinsten Veränderungen gesetzlich sind, so muß auch ihr Kreuzungspunkt unabänderlich oder doch gesetzlicher Bestimmung zugänglich sein.

Daß es eine solche Bewegung am Himmel giebt, und daß es vorzugsweise die Sonne ist, welcher sie zukommt, brauche ich Ihnen nicht erst zu sagen. Daß es aber gerade die Sonne ist, deren Bewegung wir die Bezeichnung unsers festen Punkts überlassen, dafür giebt es noch einen besondern Grund. Sie haben gesehen, daß wir der Zeitbestimmung einen wesentlichen Antheil an der Ortsbestimmung der Sterne zuwiesen, daß wir die Uhr dabei zu Hülfe nahmen, und wenn unsre Sternuhr nur ausreichte, die gegenseitige Stellung der Fixsterne zu einander festzustellen, so liegt es ja nahe, durch eine andere Zeitbestimmung, eine andere Uhr diese Ortsbestimmung auf ein anderes Gestirn zu beziehen. Diese andre Zeitbestimmung ist uns aber bereits in unserm bürgerlichen Leben gegeben, und es ist Ihnen bekannt, daß der Lauf der Sonne, daß die Sonnenuhr es ist, welche diese Zeitbestimmung regelt. Lassen Sie uns nun diesem Laufe der Sonne folgen, um zu sehen, in wie weit er unsern Zwecken genügt.

Digitized by Google

Der Glanz, welchen die Sonne über unsre Atmosphäre ausgießt, verhindert uns, die Sterne am Tage zu sehen, und läßt uns darum auch keine unmittelbare Kunde über die Stellung erlangen, welche die Sonne unter den Sternen einnimmt. Allerdings ist es durch gute Fernröhre möglich, wenigstens sehr hellglänzende Sterne auch am Tage zu erblicken, aber doch nur dann, wenn sie mindestens um einen Bogen von 75° vom Tagesgestirn abstehen, und es wird immer ein sehr unzureichendes Mittel sein, durch Beobachtung solcher Sterne dem Laufe der Sonne am Himmel zu folgen.

Die Sonne geht auf und unter, wie alle übrigen Sterne, einen Tag wie den andern. So scheint es auf den ersten Blick; aber man muß näher zusehen. Wenn man einen Stern lange Tage hinter einander beobachtet, so sieht man ihn stets an demselben Punkte des Horizonts aufgehen, stets dieselbe Höhe am Himmel erreichen. Die Sonne dagegen geht jeden Tag an einem andern Punkte des Horizontes auf, erhebt sich jeden Tag zu einer andern Höhe am Himmel. Wenn man auf die Sterne achtet, welche nach dem Untergange der Sonne, sobald das Erlöschen ihres Lichts in jener Gegend Sterne sichtbar werden läßt, an der Stelle, wo die Sonne verschwand, auftauchen, so wird man bald gewahr werden, daß diese Sterne nach und nach dem Horizonte näher erscheinen als anfangs, daß sie endlich verschwinden und andere an ihrer Stelle auftauchen. Durch die Sterne, welche mit der untergehenden Sonne verschwanden oder aus den Strahlen der aufgehenden hervortauchten, bezeichneten ja die Völker des Alterthums die Zeiten des Jahres.

Nach solchen Beobachtungen ist es nicht mehr möglich, die Sonne für einen Stern wie die anderen, als festgeheftet an das täglich sich drehende Himmelsgewölbe zu betrachten. Dieses beständige Fortschreiten der Sonne mitten durch die Sterne des Himmels ist der Beweis einer ihr eigenthümlich zukommenden Bewegung. Um eine Kenntniß von der Art dieser Bewegung zu erlangen, müssen wir zu Winkelmessungen unsre Zuflucht nehmen. Sie wissen, daß mit Hülfe eines Mittagsrohrs oder Mauerkreises es leicht ist, den Ort eines Gestirns in Bezug auf den Aequator wie auf den Stundenwinkel eines andern Sternes festzustellen. Wir dürfen nur mit einem solchen Instrumente die Sonne in dem Augenblick beobachten, in welchem der Mittelpunkt, oder noch besser einmal der obere, dann der untere Rand der Sonne den Meridian berührt, und wir können sofort an der Theilung des Instruments den Abstand des Parallelkreises der Sonne vom Aequator, d. h. die Declination der Sonne ablesen. Wir dürfen ferner nur an unsrer Sternuhr die Zeit ermitteln, welche zwischen einem solchen Meridiandurchgange der Sonne und dem eines bekannten Sternes, etwa des Sirius, verfließt, um auch den Abstand des Stundenkreises der Sonne von dem des Sirius, also das, was wir vorhin als Rectascension bezeichneten, zu erhalten. Vergleichen wir nun eine Reihe solcher Messungen unter einander, so finden wir ein ganz anderes Resultat, als bei den ähnlichen Messungen, die wir an Fixsternen vornahmen. Während dort Declination und Rectascension Tag für Tag unabänderlich dieselben blieben, sehen wir hier die Rectascension täglich

Digitized by Google

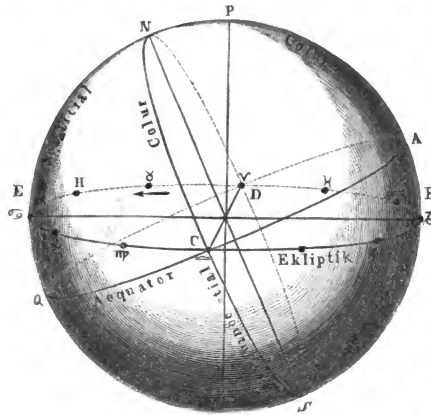
um etwa 1° wachsen, die Declination zuerst nördlich vom Aequator bis zu einer Grenze von 23° 27½′ zunehmen, dann wieder allmählig abnehmen, südlich über den Aequator hinausgehen und endlich wieder die Grenze von 23° 27½′ erreichen, um von da ab wieder zu wachsen. Die Sonne befindet sich also an jedem Tage in einem andern Parallelkreise, und dieser Parallelkreis erreicht den Meridiankreis stets etwas später als der des vorhergehenden Tages. Die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Meridiandurchgängen der Sonne oder der Sonnentag, wie man diese Zeit nennt, ist also etwas länger als die Zeit zwischen zwei Meridiandurchgängen eines Sterns, die wir als Sterntag bezeichnen. Wenn man genauer die einzelnen täglichen Rectascensionen der Sonne betrachtet, so findet man zugleich, daß die Zunahme der Rectascension in gleicher Zeit nicht immer dieselbe, daß der Ueberschuß des Sonnentages über den Sterntag ein veränderlicher ist. Dennoch hat man bei der großen Wichtigkeit der Sonne für alle Verhältnisse unsers Lebens von Alters her den Sonnentag zur Maßeinheit der Zeitrechnung gewählt. Freilich mußte man zu diesem Zwecke die Ungleichheit dieser Sonnentage auszugleichen suchen und sich künstlich aus der gesammten Zahl der Sonnentage eines Jahres einen mittlern Sonnentag construiren. Dieser unserer Zeitrechnung noch heute zu Grunde liegende mittlere Sonnentag übertrifft den Sterntag genau um 3 Min. 56½ Sec.

So bedeutungsvoll für uns aber auch diese Ergebnisse einer Vergleichung der Sonnenörter mit den Sternörtern sein mögen, so war für jetzt doch der Hauptzweck derselben die Auffindung des Weges der Sonne am Himmel selbst. Verfolgen wir von Tag zu Tag die Oerter der Sonne bis zu der Zeit, wo sie genau wieder dieselbe Stellung am Himmel einnimmt, verbinden wir also die Durchschnittspunkte ihrer Stundenkreise mit ihren täglichen Parallelkreisen, wodurch eben die Oerter der Sonne bestimmt sind, so erhalten wir einen größten Kreis am Himmel mitten durch die Sternbilder hindurch, der zweimal den Aequator schneidet, einmal im Sternbild der Fische, das zweite Mal im Sternbild der Jungfrau. Dieser größte Kreis am Himmel, der von der Sonne alljährlich durchlaufen wird, ist die Ekliptik, und die Neigung seiner Ebene gegen die Ebene des Aequators, die gegenwärtig 23° 27½′ beträgt, wird die Schiefe der Ekliptik genannt. Die beiden Punkte, in welchen die Ekliptik den Aequator durchschneidet, heißen die Nachtgleichenpunkte oder Aequinoctien, und zwar derjenige, welchen die Sonne passirt, wenn sie von der Südseite des Himmels zur Nordseite übergeht, der Frühlingsnachtgleichenpunkt, der entgegengesetzte, welchen sie beim Uebergang von Nord zu Süd passirt, der Herbstnachtgleichenpunkt. Diejenigen beiden Punkte der Ekliptik, welche die äußersten Grenzen der Abweichungen der Sonne bestimmen, werden Solstitien oder Sonnenwendepunkte genannt, und zwar derjenige, welcher die größte nördliche Abweichung bezeichnet, das Sommersolstitium, der, in welchem die Sonne die größte südliche Abweichung erlangt, das Wintersolstitium. Die beiden größten Kreise endlich, welche von den Himmelspolen durch die Aequinoctien und durch die Solstitien gezogen werden, nennt man die Koluren.

Digitized by Google

Da der Lauf der Sonne am Himmel, wie wir ihn jetzt ermittelt haben, den Aequator des Himmels schneidet, so genügt er wenigstens in einer Beziehung unseren Anforderungen, um für die Ortsbestimmung der Sterne zu dienen. Da diese Ortsbestimmung aber im Grunde nur auf eine Zeitbestimmung hinausläuft, da jener feste Punkt, den wir suchten, im Wesentlichen uns nur einen festen Anfang unserer Sterntage bezeichnen sollte, so wird es gut sein, wenn wir uns zuvor um die Zeitrechnung der Sonne überhaupt etwas bekümmern.

Sie wissen, daß wir die Zeit, welche die Sonne gebraucht, um jene Bahn zu durchlaufen, ein Jahr nennen. Aber es wird Ihnen gleichgültig erscheinen, ob wir die Zeit bis zur Rückkehr zum Frühlingspunkt oder bis zur Rückkehr zu demselben Sterne, von dem die Sonne ausging, zählen. Das ist aber keineswegs der Fall. Die letztere Zeitdauer, die der Astronom als sideriſches Jahr bezeichnet, ist aus Ursachen, mit denen ich Sie noch heute im weitern Verlauf unserer Unterhaltung bekannt machen werde, um ungefähr 20 Minuten 20 Secunden länger, als die erstere, das sogenannte tropiſche Jahr. Das unſrer Zeitrechnung zu Grunde gelegte Jahr ist das tropiſche, das in mittler Sonnenzeit ausgedrückt, genau 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten 50,5 Secunden oder in Sternzeit ausgedrückt 366,2396 Sterntage oder Umdrehungen des Himmels umfaßt. Sie wissen ferner, daß unſre bürgerlichen Tage, wie die aller Völker, Sonnentage sind, daß aber nicht alle Völker ihre Tage von Mitternacht zu Mitternacht zählen und in 12 Tag- und 12 Nachtſtunden theilen. Die Italiener zählen bis in die neueſte Zeit 24 Stunden von Sonnenuntergang zu Sonnenuntergang. Da nun die Sonnenuntergänge vom kürzeſten Wintertage an bekanntlich jeden Tag etwas später erfolgen, so muß eine richtig gehende italieniſche Uhr bis in die Mitte des Sommers beſtändig vorgehen, umgekehrt zum Winter hin merklich nachgehen, und dieſe Abweichungen können ſogar mehrere Stunden betragen. Die Aſtronomen dagegen zählen ihre 24 Stunden von Mittag zu



Die Koluren.

Mittag und haben mittlere Sonnentage wie wir. Wenn Sie sich also in der astronomischen Uhr zurechtfinden wollen, dürfen Sie nicht vergessen, daß der astronomische Tag 12 Stunden später beginnt, als der bürgerliche.

Ich mag Sie nicht damit ermüden, daß ich Sie in alle Einzelnheiten der Zeitrechnung und der mathematischen Geographie einweihe; aber ich kann doch des Zusammenhanges wegen nicht unterlassen, Manches zu berühren. Sie wissen, daß von dem Laufe der Sonne am Himmel unsre Jahreszeiten und die Klimate der Erde abhängen, daß beim Eintritt der Sonne in die Nachtgleichenpunkte, wo sie also keine Abweichung zeigt und sich genau im Aequator des Himmels bewegt, auf der ganzen Erde Tag und Nacht gleich sind, daß der Eintritt der Sonne in die Solstitien dagegen, in denen sie ihre größte nördliche oder südliche Abweichung erreicht, unsre längsten oder kürzesten Tage, d. h. das längste oder kürzeste Verweilen der Sonne über dem Horizont bezeichnet. Sie wissen ferner, daß auf dem Aequator der Erde stets Tag und Nacht gleich sind, gerade wie wir die Tages- und Nachtbogen der Gestirne dort stets als gleich erkannten, während an den Polen der Erde es keine Tages- und Jahreszeiten, sondern nur einen Tag und eine Nacht giebt. Sie wissen, daß wir unter den Wendekreisen diejenigen Parallelkreise der Erde verstehen, deren geographische Breite oder Abstand vom Aequator durch die Schiefe der Ekliptik $= 23^0\ 27^1/_2{}'$ bezeichnet wird, und daß unter diesen Kreisen es einen Tag im Jahre geben muß, an welchem die Sonne, indem sie ihre größte Abweichung, eben jenen $23^0\ 27^1/_2{}'$ entsprechend, erreicht, genau durch das Zenith des Himmels sich bewegen muß, während für die Polarkreise der Erde, deren Abstand vom Pole durch jene Größe der Schiefe der Ekliptik bezeichnet wird, ein Tag kommen muß, wo die Sonne ihrer Abweichung wegen nicht mehr über dem Horizont heraufsteigen kann. Sie wissen endlich, und das liegt unserm Zweck schon näher, daß von dem Laufe der Sonne durch die Ekliptik, von ihrem allmählichen Fortrücken durch die Gestirne, wobei sie durch ihren Glanz ein Sternbild nach dem andern verlöscht, um andre Sternbilder aus dem nächtlichen Dunkel aufglimmen zu lassen, der Wechsel im landschaftlichen Charakter des Himmelsgewölbes bedingt ist, welchen sein Anblick im Laufe des Jahres darbietet.

So gern ich nun auch eilen möchte, unsere Reisevorbereitungen zu einem endlichen Abschluß zu bringen, so kann ich Ihnen noch eine kleine Abschweifung doch nicht ersparen. Sie wissen, von welcher Wichtigkeit die Uhr schon für unser gewöhnliches Leben ist, und Sie werden die Bedeutung begreifen, die sie für die Astronomen haben muß, dessen Ortsbestimmungen am Himmel, wie wir gesehen haben, ja zum großen Theil auf eine Zeitbestimmung hinauslaufen. Sie werden nun freilich einwerfen, und ich gebe es Ihnen gern zu, daß wir auf einer Reise in so endlose Weiten, in denen Jahrtausende sich in Augenblicke verkürzen und der Flug des Lichts selbst erlahmt, nicht Zeit noch Lust haben werden, uns um die Uhr zu kümmern. Aber die Uhr soll uns auch gar nicht an die Zeit erinnern, ihr Zeiger soll uns nur auf Erscheinungen im Sonnenlauf hinweisen, von dem wir uns nicht genau genug unterrichten können,

Digitized by Google

wenn wir uns durch ihn die feste Marke am Himmel bezeichnen lassen wollen, an welcher alle Veränderungen der Sternwelt abgemessen werden können.

Ich habe Ihnen schon gesagt, daß unsre Uhren nach mittler Zeit gestellt sind. Glauben Sie etwa nicht, daß sich das so von selbst versteht und von jeher so gewesen ist. Es sind noch nicht 50 Jahre her, wo in Deutschland, und kaum 42 Jahre, wo in Frankreich noch alle Uhren nach wahrer Zeit gingen. Es würde Ihnen schwer werden, sich in jene Zeit zurückzudenken, wo oft jede Uhr eine andere Zeit zeigte, und wo der Uhrmacher die Klage über eine unrichtig gehende Uhr damit zu beschwichtigen vermochte, daß die Sonne und nicht die Uhr daran schuld sei. Freilich kann eine richtig gehende Uhr nicht mit der Sonne gehen, und der Mittag, den sie zeigt, wird nur in seltenen Fällen wirklich die Mitte des Tages sein und die Zeit zwischen Auf- und Untergang der Sonne in zwei gleiche Hälften theilen dürfen. Die Ursache liegt einfach in der Ungleichheit der Sonnentage. Ich habe Sie schon darauf aufmerksam gemacht, daß die Sonne sich nicht gleichförmig in ihrer Bahn bewegt. Die größte Geschwindigkeit zeigt sie im Januar, die geringste im Juli. Der Gedanke liegt nahe, daß diese Unterschiede in der Geschwindigkeit auch mit Unterschieden in der Entfernung zusammenhängen; denn Sie wissen ja, daß ein bewegter Gegenstand, ohne wirklich seine Geschwindigkeit zu ändern, doch in verschiedener Entfernung gesehen, scheinbar verschiedene Geschwindigkeit zeigt. In der That ist etwas Aehnliches bei der Sonne der Fall. Wenn Sie nämlich mit Hülfe eines guten Mikrometers von Tag zu Tag die Sonnenscheibe messen, so werden Sie finden, daß ihr Durchmesser fortwährenden Veränderungen unterliegt, daß er sich namentlich im Winter größer zeigt als im Sommer. Sie werden daraus leicht den Schluß ziehen, daß die Sonne sich nicht in einem Kreise, sondern in einer elliptischen Bahn bewegt, und daß die Erde nicht in der Mitte, sondern im Brennpunkt derselben stehen muß. Die beiden Endpunkte der großen Axe dieser Ellipse, in welcher die Sonne ihre größte und geringste Entfernung von der Erde erreicht, werden darum auch als Erdnähe und Erdferne oder als Perigäum und Apogäum bezeichnet.

Uebrigens ist es die Verschiedenheit der Entfernungen nicht allein, welche die Verschiedenheiten in der Geschwindigkeit des Sonnenlaufs bedingt. Es besteht nicht blos eine scheinbare, sondern auch eine wirkliche Beschleunigung und Verzögerung derselben. Sie wissen ja, daß Sie sich den scheinbaren Lauf der Sonne am Himmel in Wirklichkeit als die Wirkung einer Bewegung der Erde um die Sonne vorzustellen haben, und daß jene elliptische Gestalt der Sonnenbahn in Wirklichkeit der Erdbahn zukommt. Wenn es nun, wie ich es Ihnen später erklären will, die Anziehung der Sonne ist, von welcher die Bewegung der Erde abhängt, so versteht es sich von selbst, daß diese Anziehung auch in größerer Nähe kräftiger wirken, den Lauf der Erde beschleunigen muß, und daß diese daher wirklich im Winter schneller auf ihrer Bahn forteilen muß als im Sommer.

Aber auch diese Ungleichheiten in der Geschwindigkeit des Sonnenlaufes bilden nicht die einzige Ursache der verschiedenen Länge der wahren Sonnentage.

Digitized by Google

Eine ganz ähnliche Wirkung, mit deren Einzelnheiten ich Sie aber jetzt nicht behelligen will, wird durch die Schiefe der Ekliptik hervorgerufen. Gleiche Tageslängen würde uns also nur eine Sonne gewähren können, welche sich einerseits gleichförmig in einer kreisförmigen Bahn bewegte, deren Bahnebene andererseits aber auch mit dem Aequator zusammenfiele. Da eine solche Sonne nun nicht in Wirklichkeit existirt, so hat sie der Astronom sich erdichtet, freilich nicht durch die Kraft seiner Phantasie, sondern durch die Rechnung, und diese erdichtete Sonne ist es, welche unsre mittlere Zeit bestimmt, und derem Lauf unsre heutigen Uhren folgen.

Es kann für den Astronom natürlich keine Schwierigkeit haben, den Lauf dieser beiden Sonnen mit einander zu vergleichen und danach seine Uhr zu reguliren. Den Meridiandurchgang der wahren Sonne kann er unmittelbar beobachten, den der erdichteten lehrt ihn die Rechnung finden. Er wird durch diese Vergleichung finden, daß wahre und mittlere Zeit nur viermal im Jahre genau zusammenfallen und zwar am 15. April, 15. Juni, 31. August und 25. Dezember. In den Zwischenzeiten eilt die mittlere Zeit der wahren voran vom 25. Dezember bis 15. April und vom 15. Juni bis 31. August, bleibt aber hinter ihr zurück vom 15. April bis 15. Juni und vom 31. August bis 25. Dezember. Der größte Unterschied zwischen wahrer und mittlerer Zeit findet in dem ersten Abschnitt am 11. Februar statt und erreicht 14 Minuten 34 Sec., in dem zweiten Abschnitt erreicht dieser Unterschied nur 3 Minuten 54 Sec. am 14. Mai, die der dritten Periode 6 Minuten 10 Secunden am 26. Juli, in der vierten Periode endlich steigt dieser Unterschied auf 16 Minuten 18 Sec. am 2. November. Es läßt sich natürlich für jeden Tag im Jahre diese Abweichung der wahren von der mittlern Zeit bestimmen, und Sie finden sie unter dem Namen der Zeitgleichung zur Stellung Ihrer Uhren in jedem Kalender aufgeführt. Streng genommen hat diese Zeitgleichung nicht für jedes Jahr denselben Werth und erfordert alljährlich eine neue mühsame Berechnung, da nämlich jene Punkte der Sonnenbahn, die wir als Perigäum und Apogäum bezeichneten, und die von so bedeutendem Einfluß auf die Unregelmäßigkeiten des Sonnenlaufs sind, alljährlich ihre Lage in der Bahn etwas verändern.

Mit Hülfe dieser Tafel der Zeitgleichung, sagte ich, wird es Ihnen leicht werden, den Gang Ihrer Uhren zu reguliren. Sie haben zu diesem Zwecke zunächst den wahren Mittag, d. h. den wahren Meridiandurchgang der Sonne zu beobachten, und dazu brauchen Sie weder Fernröhre noch Meridianinstrumente. Nicht einmal eine vollständige Sonnenuhr haben Sie nöthig, obgleich auch deren Anfertigung keine große Kunst erheischt. Freilich müssen Sie sich eine genaue Kenntniß von der Richtung des Meridians verschaffen, aber dazu genügt schon die bloße Beobachtung eines Schattens, welchen die Sonne verursacht. Ziehen Sie sich auf einer ebenen Fläche eine Anzahl concentrischer Kreise, stellen Sie dann in den Mittelpunkt derselben einen senkrechten Stab auf, und beobachten Sie einige Stunden Vormittags den Schatten dieses Stabes. Sie werden dann finden, daß dieser Schatten sich allmählich verkürzt, daß seine Spitze

Digitized by Google

einen dieser Kreise nach dem andern berührt. Bezeichnen Sie sich nun genau die Punkte, in welchen die Kreise von der Schattenspitze berührt werden, und beobachten Sie dann wieder einige Stunden Nachmittags die Augenblicke, wo der sich verlängernde Schatten des Stabes wieder mit seiner Spitze dieselben Kreise berührt. Wenn Sie sich auch diese Punkte genau bezeichnet haben, so dürfen Sie nur die Kreisbögen zwischen den zwei bezeichneten Punkten jedes dieser Kreise halbiren, und diese Halbirungslinie wird Ihnen genau die Lage des Meridians angeben. So oft dann der Schatten Ihres Stabes mit dieser Linie zusammenfällt, können Sie sicher sein, den wahren Mittag zu beobachten. Die Tafel der Zeitgleichung sagt Ihnen endlich für jeden beliebigen Tag, wie viel Minuten und Secunden Sie zu 12 Uhr hinzuzufügen oder davon abzuziehen haben, um zu wissen, welche Zeit Ihre Uhr in dem Augenblicke des wahren Mittags zeigen muß, wenn sie genau nach mittlerer Zeit gehen soll.

Wir sind nun dem Laufe der Sonne gefolgt, so weit es für unsere Zwecke rathsam schien, und wir können uns nun zu dem letzten Gegenstande unsrer vorbereitenden Betrachtung wenden, dem Gebrauche, den der Astronom von diesem Sonnenlauf für seine Ortsbestimmung der Gestirne macht. Dieser Sonnenlauf ist allerdings nicht frei von mancherlei Unregelmäßigkeiten und Veränderungen, die ich theils bereits hervorgehoben, theils vorübergehend angedeutet habe. Sie werden aber schon bemerkt haben, daß alle diese Veränderungen im Bereiche der astronomischen Beobachtung und, da auch ihr ursächlicher Zusammenhang der wissenschaftlichen Forschung nicht entzogen ist, auch im Bereiche der astronomischen Rechnung liegen. Darin liegt also kein Hinderniß. Sehen wir nun weiter zu, welcher Art eigentlich der Dienst war, den die Linie des Sonnenlaufs am Himmel leisten sollte.

Wir hatten ein Netz über das Himmelsgewölbe ausgespannt, um mit seiner Hülfe die gegenseitige Lage der einzelnen Sterne zu bestimmen. War dies uns nur ein einziges Mal gelungen, so hindert uns weder die Bewegung des Himmels im Laufe des Tages noch seine Veränderung im Laufe des Jahres, jeden Stern zu beliebiger Zeit wieder zu finden. Denn derselbe Himmel kehrt alltäglich zur selben Stunde wieder, und nur in der Sichtbarkeit wechseln die Gegenden des Himmels von Tag zu Tag. Kennen wir die Stunde des Sterntages, so kennen wir auch die Lage des Himmels. Es kommt also darauf an, für eine erste Stunde die Sternörter festzusetzen, einen ersten Stundenkreis zu finden, auf den alle übrigen bezogen werden können. Wir schlugen es aus, den Stundenkreis irgend eines glänzenden Sterns zu diesem Zwecke zu wählen, zunächst in der Befürchtung, daß jede Veränderung, jede eigene Bewegung desselben sich zugleich den übrigen Sternen mittheilen müßte, und wir also darauf zu verzichten hätten, eigene Bewegungen anderer Sterne in das Bereich unsrer Beobachtung zu ziehen. Wir hofften einen Punkt außerhalb jener Sternwelt zu suchen, der, wenn auch selbst vielleicht nicht ganz unveränderlich, doch seine Veränderungen immer nur gleichmäßig auf die Gesammtheit der Sterne übertragen könne. Sollte uns auch das nicht gelungen sein, so wird doch auf diese Weise

Digitized by Google

die Wahl unsers festen Punktes vor dem üblen Schein der Willkür und Zufälligkeit bewahrt, und das ist in der That der Gesichtspunkt, durch den die Astronomen in ihrer Wahl bestimmt worden sind. Eine Einigung über die Wahl eines Sterns als Anfangspunkt der Stundenkreise wäre kaum vorauszusehen gewesen, und so mußte man von früh an darauf denken, irgend einen astronomisch ausgezeichneten Punkt des Aequators zu diesem Zwecke auszuwählen. Ein solcher Punkt hat sich uns nun durch den Durchschnitt jener scheinbaren Bahn der Sonne, der Ekliptik, mit dem Himmelsäquator ergeben. Der Kolur der Nachtgleichen soll unser erster Stundenkreis sein, der Frühlingsnachtgleichenpunkt soll uns jenen festen Punkt abgeben, auf welchen wir die Stundenkreise

Sternbild der Fische mit dem Frühlingspunkt.

der Sterne beziehen wollen, den Anfangspunkt der Rectascensionen. Es wird also jetzt nur darauf ankommen, daß wir im Stande sind, mit großer Genauigkeit sowol die Lage dieses Punkts als den Augenblick zu bestimmen, in welchem der Mittelpunkt der Sonne ihn passirt.

Der Frühlingspunkt ist nun freilich noch weniger als der Pol des Himmels durch einen glänzenden Stern bezeichnet, und nur annähernd finden wir seine Richtung, wenn wir eine gerade Linie vom Polarstern durch den westlichen Hauptstern der Kassiopeja ziehen. Diese Linie führt uns auf eine sehr sternarme Gegend des Himmels im Sternbilde der Fische. Genauer wird uns seine

Digitized by Google

Lage durch den Lauf der Sonne bezeichnet. Um zunächst den Zeitpunkt zu erhalten, in welchem die Sonne durch den Frühlingspunkt geht, bedarf es nichts weiter, als daß man an zwei Mittagen vor und nach diesem Durchgang die Höhe der Sonne im Meridian mißt. Findet man etwa durch eine solche Beobachtung am Mauerkreise, daß der Sonnenmittelpunkt am Mittag des 20. März noch eine gewisse Zahl von Minuten und Secunden südlich vom Aequator stand, also noch eine kleine südliche Declination hatte, und beobachtet man dann am Mittag des 21. März eine kleine nördliche Declination der Sonne, so findet man daraus zugleich die Zahl der Minuten und Secunden, um welche die Declination von einem Mittag zum andern zugenommen hat. Aus dem Verhältniß der Declination des einen Mittags zu dieser gesammten Zunahme läßt sich aber sehr leicht die Zeit berechnen, welche die Sonne gebraucht hat, um jene kleine Strecke bis zum Aequator zurückzulegen. Hat man aber die Zeit für den Durchgang der Sonne durch den Frühlingspunkt gefunden, so läßt sich auch der Ort des letztern leicht bestimmen. Man hat nur außer dem Meridiandurchgange der Sonne an jenem 20. März auch den irgend eines Fixsterns zu beobachten. Fiele die Culmination der Sonne genau mit ihrem Durchgange durch den Frühlingspunkt zusammen, so entspräche die Zeit, welche zwischen der Kulmination der Sonne und der des Fixsterns verstrichen ist, genau der Rectascension des letztern. Ist dies aber nicht der Fall, so muß man diese Rectascension noch um diejenige Zahl von Minuten und Secunden verringern, um welche sich die Rectascension der Sonne bis zu ihrem Durchgange durch den Frühlingspunkt vergrößert hat. Diese Zunahme erfährt man aber sehr leicht, wenn man den Meridiandurchgang jenes Sterns auch am folgenden Tage noch beobachtet. Er wird dann um einige Zeit später eintreten, und das ist die Zeit, um welche die Rectascension der Sonne von einem Mittag zum andern zugenommen hat. Es ist also leicht, daraus auch die Zunahme innerhalb der Zeit bis zur Erreichung des Frühlingspunktes zu berechnen. Die Rectascension des Fixsterns giebt aber die Lage des Frühlingspunkts für das betreffende Jahr an, d. h. den Winkel, welchen der Kolur der Nachtgleichen mit dem Stundenkreise jenes Sterns bildet. Ist die Lage des Frühlingspunkts und sein Meridiandurchgang aber einmal bestimmt, und hat man eine genau gehende Sternuhr einmal so gestellt, daß ihre erste Stunde mit jenem Meridiandurchgange beginnt, so bedarf es nur noch eines Blickes auf die Uhr, um die Rectascension eines culminirenden Sterns zu messen.

Sie sehen freilich, daß wir bei der Ortsbestimmung des Frühlingspunkts uns der Hülfe eines Fixsterns nicht ganz haben entschlagen können, daß also die möglichen Veränderungen, welche ein solcher erleiden kann, an dieser haften bleiben. Dennoch dürfen Sie bei der Kleinheit dieser Veränderungen für die Sicherheit unsrer Ortsbestimmungen am Himmel völlig unbesorgt sein, wofern jene Bestimmung des Frühlingspunkts nicht für eine allzulange Zeit Geltung behaupten soll. Wohl aber können Zweifel gegen die Festigkeit unsers Anfangspunkts von anderer Seite drohen. Es fragt sich, ob die Lage der Sonnenbahn selbst am Himmel so unveränderlich ist, ob die Ekliptik den Aequator auch wirklich

Digitized by Google

immer an demſelben Punkte ſchneidet. Dieſer Zweifel iſt, wie Sie ſehen werden, in der That begründet genug.

In alter Zeit pflegte man den Lauf der Sonne am Himmel durch die Sternbilder zu bezeichnen, durch welche ſie fortſchreitet, und gab daher jener Region des Himmels den Namen des Thierkreiſes oder Zodiakus. Man betrachtete dieſe zwölf Sternbilder gleichſam als Häuſer, in welche die Sonne nach und nach eintrat, und ihre Bezeichnung ſtand in innigem Zuſammenhange mit den Jahreszeiten und den davon abhängigen Beſchäftigungen des bürgerlichen Lebens. Der Frühlingspunkt lag zur Zeit der alten Griechen und Aegypter im

Sternbild des Widders.

Sternbild des Widders, der Herbſtpunkt in dem der Wage; jenes Bild deutete auf das Austreiben der Heerden im Frühling, dieſes auf die Gleichheit von Tag und Nacht. Bis auf den heutigen Tag haben ſich jene Zeichen der Alten erhalten, nur haben ſie ihre ſymboliſche Bedeutung mit einer mathematiſchen vertauſcht. Man theilt jetzt den ganzen Thierkreis in 12 gleiche Theile, für die man den Namen jener alten Sternbilder entlehnt hat, und jedes dieſer ſogenannten Himmelszeichen umfaßt genau 30 Grade. Man läßt noch heute den aſtronomiſchen Frühling mit dem Eintritt der Sonne in das Zeichen des Widders und den Herbſt mit dem Eintritt in das Zeichen der Wage beginnen; man läßt

Digitized by Google

die Sterne auch heute ihren höchsten Stand am Himmel im Zeichen des Krebses, ihren niedersten im Zeichen des Steinbocks erreichen. In ihrer Aufeinanderfolge, wie sie die Sonne durchwandert, sind diese Zeichen folgende:

♈ Widder, ♉ Stier, ♊ Zwillinge, ♋ Krebs, ♌ Löwe, ♍ Jungfrau, ♎ Wage, ♏ Scorpion, ♐ Schütze, ♑ Steinbock, ♒ Wassermann, ♓ Fische.

Diese Zeichen fallen aber keineswegs mehr mit den alten Sternbildern zusammen, die ich Ihnen unter denselben Namen am Himmel zeigte. Der Frühlingspunkt liegt nicht mehr im Sternbild des Widders, wie zur Zeit Hipparch's vor 2000 Jahren, sondern im Sternbild der Fische; der Herbstpunkt liegt nicht

Sternbild der Wage.

mehr im Sternbild der Wage, sondern in dem der Jungfrau. Ja es hat unzweifelhaft eine Zeit gegeben, und der symbolische Sinn der Benennungen mancher Thierkreisbilder deutet noch darauf hin, wo der Frühlingspunkt im Sternbild des Stieres lag, das darum das erste im Thierkreis der alten Aegypter und Assyrer war. Diese eigenthümliche Erscheinung, zufolge welcher der Frühlingspunkt sich im Laufe von 2000 Jahren allmählich um ein ganzes Zeichen, also um 30 Grade von Osten nach Westen in der Ekliptik verschoben hat, nennt man, je nachdem man sie auf den Aequator oder auf die Ekliptik bezieht, das Vorrücken (die Präcession) oder das Zurückweichen der Nachtgleichen. Sie ward schon von Hipparch entdeckt, und diese Entdeckung trug vielleicht nicht wenig dazu bei, den

Digitized by Google

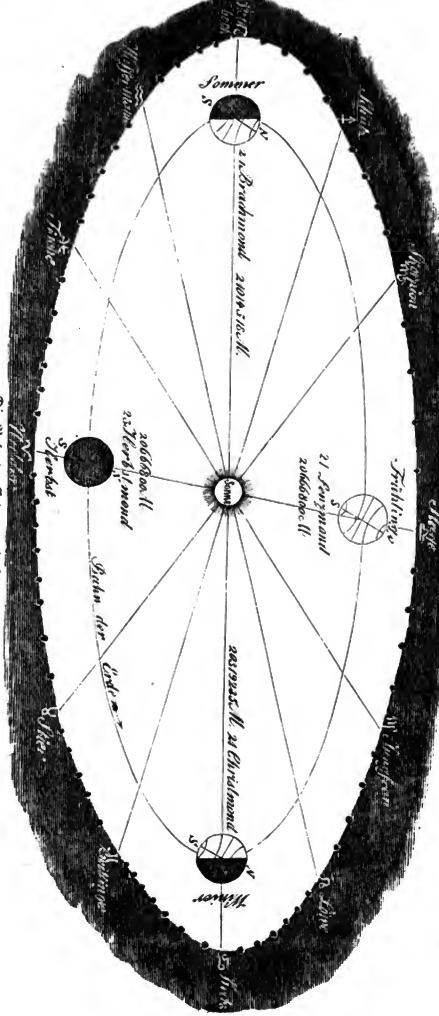
alten Glauben an das kryſtallne Himmelsgewölbe zu erſchüttern. Aber auch unſer Glaube an die Feſtigkeit und Sicherheit unſrer Ortsbeſtimmungen am Himmel ſcheint damit erſchüttert, und die Kenntniß des urſächlichen Zuſammenhanges, durch welche dieſe Erſcheinung in den Bereich der Rechnung gebracht wird, kann allein im Stande ſein, uns die Ruhe am Himmel wieder zu geben. Denn Unſicherheit würde uns auf unſerer Wanderung durch den Himmel ebenſo gefährlich werden, wie eine ſchlechte Karte dem Schiffer auf offner See, und das leiſeſte Schwanken jenes Ruhepunkts unſerer Beobachtungen würde für uns ein Irrlicht werden, wie es den Wandrer in Sümpfe lockt. Wer die Geheimniſſe

Sternbild der Jungfrau.

der Weltenordnung ergründen und den verſchlungenen Pfaden der Sterne folgen will, der muß gewiß ſein, daß auch die geringſte Veränderung in der Stellung der Welten ſeinen Beobachtungen und Meſſungen nicht entgehen kann.

Um Ihnen den urſächlichen Zuſammenhang jener bedeutſamen Erſcheinung des Vorrückens der Nachtgleichen erklären zu können, muß ich Sie zuvor bitten, den Schein mit der Wirklichkeit zu vertauſchen, d. h. an die Stelle des ſcheinbaren Laufes der Sonne am Himmel die wirkliche Bewegung der Erde in ihrer elliptiſchen Bahn um die Sonne zu ſetzen. Sie werden dadurch keine weſentliche Verwandlung in Ihren Vorſtellungen erfahren. Die Ungleichheiten der Ge-

Digitized by Google



schwindigkeit, die Unterschiede der Entfernungen, die Einwirkungen auf die Jahreszeiten werden dieselben bleiben. Nur werden Sie manche Namen vertauschen, an die Stelle des Apogäums und Perigäums z. B. die des Apheliums und Periheliums, der Sonnenferne und Sonnennähe, zu setzen und die Schiefe der Ekliptik als eine geneigte Stellung der Erdaxe gegen die Ebene der Erdbahn aufzufassen haben. Daß die verschiedene Stellung der Sonne am Himmel nur eine Wirkung der verschiedenen Stellung der Erde in ihrer Bahn, gleichsam eine Verrückung ihres Standpunkts, den die Erde mit sich trägt, ist, das gehört ja gegenwärtig zu den Altagsüberzeugungen. Wollen Sie sich aber nicht damit begnügen, verlangen Sie durchaus in wissenschaftlicher Zweifelsucht Beweise für diese Lehre, so verspreche ich Ihnen noch im Laufe

unsrer heutigen Unterhaltung Beweise von unwiderstehlicher Kraft zu verschaffen.

Da die Veränderung, welche sich bei dem Vorrücken der Nachtgleichen zeigt, offenbar nur den Aequator und die Ekliptik angeht, also Linien, welche erst von der Erde auf den Himmel übertragen und durch die Bewegungen der Erde um ihre Axe und auf ihrer Bahn um die Sonne hervorgerufen wurden, so liegt es nahe, auch ihre Ursache nur in dieser Bewegung der Erde, d. h. in den Wechselbeziehungen zwischen Sonne und Erde zu suchen. Die einfachste und erste Kraft, welche hier thätig ist, wie überall, so weit die Materie reicht, ist die, welche wir als Schwere zu bezeichnen pflegen, d. h. die gegenseitige Anziehung aller Körpertheile je nach ihrer Entfernung. Diese Kraft nun ist es, mit welcher die Sonne so mächtig auf unsre Erde wirkt, und mit welcher sie natürlich die ihr zugewandten Theile der Erdoberfläche stärker anzieht als den Mittelpunkt, diesen wieder viel stärker als die entfernteren Theile der abgewandten Erdhälfte. Die Gesammtwirkung der Sonnenanziehung können wir also dahin bezeichnen, daß die Sonne die nächstliegenden Theile der Erde zu sich hinzuziehen, die entferntesten von sich abzustoßen sucht, wobei, wohlverstanden, die Abstoßung nur in einer überwiegenden Anziehung der zugewandten Erdhälfte und dadurch angestrebten Trennung derselben von der entfernteren Erdhälfte besteht.

Wirkung der Sonnenanziehung auf die Erde.

Wäre die Erde eine Kugel, so würde die Folge dieser Anziehung nichts weiter als die bekannte Erscheinung der Ebbe und Flut sein. Aber die Erde ist eine an den Polen abgeplattete Kugel, ein orangenförmiges Sphäroid, und ihr Aequator befindet sich überdies wegen der geneigten Stellung der Axe zur Ekliptik, außer in den Nachtgleichen, niemals in einer Ebene mit der Sonne. Die Wirkung der Sonnenanziehung wird dadurch eine ganz andere. Denken Sie sich (S. d. Figur) die Erde zur Zeit ihrer Wintersonnenwende, den Nordpol von der Sonne abgewandt, den Aequator, ihre Anschwellung, gleichsam über ihre Bahnebene erhoben. Die Sonne zieht offenbar diese Anschwellung stärker an als den Mittelpunkt und sucht ihn geradezu in die Bahnebene herabzuziehen. In der That müßte der Aequator allmählich mit der Ekliptik zusammenfallen, die Erdaxe sich senkrecht auf die Bahn stellen, wenn die Umdrehung der Erde es nicht verhinderte. Diese Umdrehung behauptet aber die Richtung ihrer Axe unveränderlich, ähnlich einem tanzenden Kreisel auf einem Tische, den wir bald nach der einen, bald nach der andern Seite neigen. Die Umdrehung der Erde entzieht also den Aequator der Anziehungskraft der

Digitized by Google

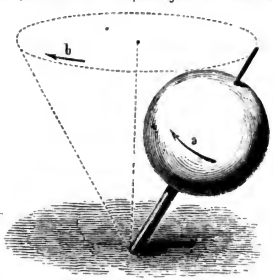
Sonne, und so beschränkt sich die ganze Wirkung der letztern darauf, jeden Punkt des Aequators etwas früher zum Durchschneiden der Ekliptik zu bringen, als es ohne sie geschehen wäre. Da nun dasselbe auch zur Zeit der Sommersonnenwende und überhaupt zu jeder Zeit, wenn auch schwächer, nur nicht in den Nachtgleichen, wo die Ebene des Erdäquators durch die Sonne geht, geschieht, so ist jene langsame Bewegung des Durchschnittspunkts des Erdäquators mit der Ebene der Ekliptik in einer der Umdrehung entgegengesetzten Richtung, die wir eben als das Vorrücken der Nachtgleichen bezeichneten, die unausbleibliche Folge.

Aehnlich wie die Sonne, nur noch ungleich kräftiger, wirkt der Mond auf das Vorrücken der Nachtgleichen ein. Zwar beträgt seine Masse kaum $^1/_{20,000,000}$ der Sonnenmasse, zwar vermag selbst seine 400 mal größere Nähe seine Gesammtanziehung nur auf $^1/_{120}$ von der der Sonne zu erheben; aber was vorzugsweise das Vorrücken der Nachtgleichen bewirkte, das war ja nicht die Größe der Gesammtanziehung, sondern der Unterschied zwischen den Anziehungen auf die nächsten und fernsten Theile der Erde, auf Oberfläche und Mittelpunkt. Dieser Unterschied wächst bei dem geringen Abstande des Mondes von der Erde und dem dadurch verkleinerten Verhältnisse zwischen diesem Abstande und dem Durchmesser der Erde, das fast $= 50:1$ ist, auf $^1/_{30}$ der ganzen Anziehung des Mondes; während es bei der Sonne, deren Abstand von der Erde zu ihrem Durchmesser sich fast wie 24,000:1 verhält, ungefähr $^1/_{12,000}$ der ganzen Sonnenanziehung beträgt. Wenn also die gesammte Anziehung des Mondes auch nur $^1/_{120}$ von derjenigen der Sonne ausmacht, so übertrifft doch die Wirkung des hier allein in Betracht kommenden Theils derselben und damit der Einfluß der Mondanziehung auf das Vorrücken der Nachtgleichen mehr als 3 mal die Wirkung der Sonne.

Sie werden sich nun die Folgen dieser so natürlichen und doch so überraschenden Erscheinung klar machen können. Wegen der Axendrehung der Erde ist weder die Neigung der Erdaxe noch die des Aequators einer Veränderung unterworfen. Sie müssen es sich vielmehr so vorstellen, als ob der Aequator parallel mit sich selbst auf der Ekliptik fortgeschoben werde, als ob die Erdaxe gleich einem wandernden Kreisel sich um den Pol der Ekliptik herumdrehe. Nun ist aber der Himmelsäquator nur die erweiterte Ebene des Erdäquators und der Himmelspol nur die verlängerte Richtung der Erdaxe. Alle jene Bewegungen und Veränderungen werden sich darum auch am Himmel spiegeln. Der Himmelsäquator wird die Lage seiner Ebene und seiner Durchschnittspunkte mit der Ekliptik verändern, und mit dem ersten Punkte des Aequators, dem Frühlingspunkt, werden sich auch alle Abstände der Stundenkreise der Sterne, alle graden Aufsteigungen ändern. Die Sonne wird in ihrem jährlichen Laufe den Frühlingspunkt etwas eher erreichen, als sie zu demselben Fixstern zurückkehrt, und das tropische Jahr darum etwas kürzer werden als das siderische, das die alten Aegypter ihrer Zeitrechnung zu Grunde legten. Auch der Pol des Himmels wird von Jahr zu Jahr ein anderer werden, und damit werden auch die Pol-

Digitized by Google

abstände und Declinationen der Sterne ab- und zunehmen. Freilich sind diese Veränderungen für unser gewöhnliches Maß außerordentlich klein. Die jährliche Bewegung des Frühlingspunkts beträgt nur etwa 50 Secunden, und ein Zeitraum von 26,000 Jahren ist erforderlich, damit er den ganzen Lauf durch die Ekliptik vollendet. Die Zeit freilich macht auch das Kleine bedeutungsvoll. Allerdings ist der Gesammtanblick des Himmels ein unwandelbarer; der Stier, der dort im Nordosten aufgeht, mit seinen Hyaden und Plejaden, glänzte uns in der Kindheit eben so freundlich, und die Capella über ihm strahlte den Griechen vor 2 Jahrtausenden eben so hell als heut. Aber vor 4500 Jahren noch bezeichnete jener helle Stern im Drachen den Pol des Himmels, und unser Polarstern, der heute nur $1^1/_2$ Grad, vor 100 Jahren noch um mehr als 2 Grade vom Pole entfernt war, wird in späteren Jahrtausenden der funkelnden Wega weichen. Zu anderen Zeiten werden dann die Sternbilder auf und unter gehen, wie einst den Aegyptern der Sirius alljährlich später aus den Strahlen der Morgensonne auftauchte. Wenn also einst die heilige Ziege des Jupiter, die Capella, auf die dunkelwogende Flut und die wilden Winterstürme des Schwarzen Meeres niederschaute, wenn man einst den Hyaden den Namen der Regensterne verlieh, weil man ihr Erscheinen am dämmernden Abendhimmel als regenbringend kennen gelernt hatte; so würde ein Naturvolk, wie das griechische, heute dieselben Deutungen auf ganz andre Gestirne, vielleicht auf Perseus und den Widder, übertragen müssen. Mit jener Aenderung des Himmels, die wir als Vorrücken der Nachtgleichen bezeichneten, haben also die Sterne selbst ihre Bedeutung für den Menschen gewechselt.



Kreiselbewegung.

Vergegenwärtigen wir uns noch einmal das Wesen jener Erscheinung. Es bestand in einer allmählichen Verschiebung des Erdäquators in der Ebene der Ekliptik oder, was dasselbe ist, in einer mit der Bewegung eines tanzenden Kreisels zu vergleichenden Drehung der Erdaxe. Der kleine Kreis, welchen der Himmelspol im Laufe der Jahrtausende beschreibt, die kleinen Veränderungen, welche die Abstände der Sterne vom Pol und vom Frühlingspunkt erleiden, sind nur die verkleinerten Abbilder dieser irdischen Veränderungen. So einfach sich also diese Erscheinung uns jetzt darstellt, so droht sie doch bei gründlicherer Forschung sich abermals zu verwirren.

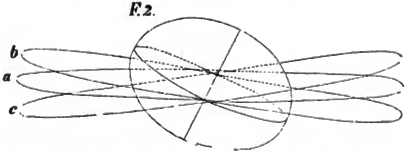
Wenn die Einwirkung der Sonne vorzugsweise zur Zeit der Winter- und Sommersonnenwende jene Bewegung des Aequators und der Erdaxe hervorbrachte, so war es ganz gleichgültig, welcher von beiden Polen der Sonne zugekehrt war, da die Einwirkung der Sonne lediglich dahin zielt, die gleiche Be-

Digitized by Google

wegung der Axe in gleicher Richtung zu erzeugen. Zur Zeit der Nachtgleichen dagegen, wo keiner der Pole der Sonne zugekehrt ist, kann auch die Anziehungskraft der Sonne kein Vorrücken der Nachtgleichen bewirken. Die ganze Bewegung der vorrückenden Nachtgleichen muß sich daher sehr ungleich auf die Zeiten des Jahres vertheilen, in den Sommer- und Wintermonaten viel schneller erfolgen, als in den dazwischenliegenden, und diese Unregelmäßigkeit in der Erscheinung ist es, die der Astronom das Wanken oder die Nutation der Erdaxe nennt.

Viel bedeutender wird diese Unregelmäßigkeit noch in demjenigen Theile der Erscheinung, welcher von der Anziehungskraft des Mondes ausgeht. Von ganz besonderm Einfluß ist hier die veränderliche Neigung der Mondbahn gegen die Ebene des Erdäquators. Der Mond bewegt sich nämlich nicht in der Ebene der Ekliptik, sondern in einer gegen dieselbe geneigten Bahn. Durch die ungleichförmige Anziehung der Sonne gegen Erde und Mond wird in Betreff dieser Bahn eine ähnliche Erscheinung hervorgerufen, wie wir sie in dem Vorrücken der Nachtgleichen für den Erdäquator kennen lernten, d. h. der Durchschnittspunkt der Mondbahn mit der Ekliptik bewegt sich rückwärts in der letztern so, daß er in 19 Jahren einen ganzen Umlauf vollendet. Die Folge davon ist, daß in der einen Hälfte dieser Zeit die Mondbahn mehr, in der andern weniger gegen den Erdäquator geneigt ist, einmal sich der Lage c (S. d. Figur), das andre Mal der Lage b nähert. Eine weitere Folge davon ist, daß in der einen Zeit die Anziehungskraft des Mondes den Erdäquator in geringerm Grade zur Ekliptik hinabzuziehen vermag, als in der andern, daß das dadurch bewirkte Vorrücken der Nachtgleichen also bald langsamer, bald rascher erfolgt. So muß sich also alle 19 Jahre in der Bewegung des Erdäquators wie in ihren Folgen, den Veränderungen des Poles und der geraden Aufsteigungen und Polabstände der Sterne eine Reihe bedeutender Unregelmäßigkeiten zeigen, und dieses mehr als 18 Secunden umfassende unregelmäßige Hin- und Herwanken des Poles nennt man die lunare Nutation.

F. 2.



Wirkung der veränderlichen Neigung der Mondbahn auf die Erde.

Es sind aber die Wirkungen jener Kraft, mit welcher Sonne und Mond unsre Erde auf ihrer Bahn herüber und hinüberziehen, nicht die einzigen Störungen, denen der Astronom in der Ortsbestimmung der Gestirne begegnet; jene kleine Reise selbst, die wir alljährlich mit unsrer Erde durch den Weltraum machen, hinterläßt sichtliche Spuren am Himmel. Sie werden es bei irdischen Gegenständen begreiflich finden, daß ihre Beobachtung durch die Bewegung des Beobachters beeinträchtigt wird. Aber Sie werden Bedenken tragen, bei der

Digitized by Google

ungeheuren Entfernung der Fixsterne auch für diese solche Störungen für möglich zu halten. Sie haben ganz Recht, das Verhältniß ist hier in der That ein ganz anderes bei aller Aehnlichkeit des äußern Erfolges; es kommt hier eine Erscheinung ins Spiel, von der Sie vielleicht noch keine Ahnung haben.

Wenn Sie einmal unterwegs von einem heftigen Platzregen überfallen wurden, so haben Sie vielleicht die Bemerkung gemacht, daß, wenn Sie einen Augenblick stehen blieben, die großen Regentropfen völlig senkrecht fielen, sobald Sie aber vorwärts eilten, dieselben Ihnen entgegen zu kommen schienen. Sie werden fragen, was diese triviale Bemerkung mit den Sternen zu thun habe. Mag sich auch die Erde, sagen Sie, vorwärts bewegen, die Sterne fallen doch nicht. Freilich fallen die Sterne nicht, aber das Licht, das sie uns sichtbar macht, fällt oder bewegt sich wenigstens gradlinig mit einer gewissen Geschwindigkeit von den Sternen zur Erde. Wird also durch das Zusammentreffen dieser beiden Bewegungen, der Erde und des Lichtstrahls, für den Lichtstrahl eine ähnliche Ablenkung bewirkt, wie für den Regentropfen, so muß, da wir gewohnt sind, stets in der Richtung des Lichtstrahls auch seine Quelle zu suchen, in der That eine scheinbare Ablenkung des Sterns von seinem wirklichen Orte am Himmel die Folge davon sein.

Der englische Astronom Bradley war es, der vor etwa 133 Jahren die Entdeckung einer solchen Lichtabirrung an den Sternen machte, und ein unscheinbarer Zufall war es, der durch eine Gedankenverknüpfung, wie sie bei großen, scharfen Denkern häufig auftritt, ihn auf die Erklärung des natürlichen Zusammenhangs dieser Erscheinung führte. Er ließ sich einst auf der Themse in einem Boote rudern, welches einen kleinen Mast mit einer Fahne an der Spitze führte. Unterwegs ließ er einmal anhalten, um aus der Stellung der Fahne die Richtung des Windes zu erfahren. In dem Augenblicke, wo die Leute wieder mit ihren Rudern zu ziehen anfingen, bemerkte er, daß sich sofort die Stellung der Fahne änderte. Er fragte die Bootsleute nach der Ursache dieser Erscheinung und erhielt zur Antwort, daß sie das wol schon hundert mal bemerkt hätten, daß aber doch weiter nichts daran sei. Bradley aber dachte nach und fand, daß doch etwas daran sei. Die Theorie der Lichtabirrung, eines der wichtigsten Förderungsmittel der heutigen Astronomie, war die Frucht dieses Nachdenkens.

Während die Erde durch ihre Bahn wandelt, wird das Licht der Sterne in der That grade ebenso wie die Fahne auf Bradley's Boote abgelenkt. In welcher Richtung sich die Erde auch bewegen mag, immer wird der scheinbare Ort eines Sterns, nach welchem wir schauen, nach der Richtung, in welcher die Erde sich bewegt, verrückt. Der jährliche Lauf der Erde prägt gleichsam sein kleines Abbild im scheinbaren Laufe jedes Sterns am Himmel aus, in Gestalt eines kleinen Kreises oder vielmehr einer kleinen, der Erdbahn gleichenden Ellipse. Dieser Kreis, den jeder Stern am Himmel alljährlich beschreibt, ist freilich sehr klein; sein Durchmesser beträgt kaum etwas über 40 Secunden. Aber groß genug ist er immer noch, um den feinen Beobachtungsmitteln des Astronomen nicht zu entgehen, und diese Beobachtung hat die Lichtabirrung längst zur Thatsache erhoben.

Digitized by Google

Das Kleine am Himmel wächst durch seine Bedeutung zu gewaltig Großem heran. In diesen kleinen Ortsveränderungen der Sterne haben Sie den versprochenen unumstößlichen Beweis für die Bewegung der Erde; durch sie ist die Hypothese der alten Astronomie zur absoluten Wahrheit erhoben. In diesen kleinen Veränderungen haben Sie sogar ein Mittel, die Geschwindigkeit des Lichts zu messen, indem Sie dieselbe mit der Geschwindigkeit der Erde vergleichen. Der Astronom kann mit der größten Sicherheit daraus schließen, daß die Geschwindigkeit des Lichts mindestens 10,000 mal so groß ist, als die Geschwindigkeit der Erde, daß sie mehr als 40,000 Meilen in der Secunde beträgt.

Jetzt endlich, nachdem wir alle diese kleinen Veränderungen am Himmel, das Vorrücken der Nachtgleichen, das Schwanken der Erdaxe und die Lichtabirrung in das Bereich der astronomischen Beobachtung und Berechnung gebracht haben, jetzt endlich haben wir eine feste Stellung gewonnen, oder vielmehr, was dasselbe sagen will, eine genaue Kenntniß der unbewußten Veränderungen unsrer eigenen Stellung und damit die Möglichkeit erlangt, ihre störenden Einflüsse aus der Beobachtung wirklicher Bewegungen am Himmel zu entfernen. Jetzt endlich können wir mit ruhiger Zuversicht in den ewigen, unwandelbaren Himmel hinausschreiten, seine Reiche durchmessen, seine Ordnung erforschen, seine Bewegungen, seine Gesetze, seine Kräfte ergründen. Jetzt endlich sind Sie zur Reise gerüstet. Sie haben *sehen*, haben *beobachten* gelernt, haben gelernt, in der Beobachtung den Schein vom Wesen zu trennen. Sie haben es gelernt, ein starres Bild in eine lebendig bewegte Landschaft umzuwandeln, und Sie haben bereits die Erfahrung gemacht, daß in der Beobachtung von Veränderungen das eigentliche Wesen des Reisens enthalten sei. Noch werden Sie sich des Versprechens erinnern, das ich Ihnen neulich gab, Sie, ohne das Zimmer verlassen zu haben, eine bedeutende Reise durch den Himmelsraum machen zu lassen. Ich habe Wort gehalten. Ich habe Ihnen an den Ortsveränderungen der Sterne gezeigt, daß Sie gewandert sind; gebannt freilich an die Erde, ein schwankendes Schifflein im unendlichen Ocean des Himmels. Jetzt, nachdem unsre Reisevorbereitungen geschlossen sind, sollen Sie nicht ferner an die Erde gebannt, von ihr in winzigem Kreise sich durch die Himmelslandschaft tragen lassen. Frei sollen Sie schweifen von Stern zu Stern, schwimmend auf den Wellen des Lichts oder getragen von den Schwingen des Gedankens, und schauen, was menschlichem Auge zu schauen gestattet, in dem Reiche der Unermeßlichkeit! Glück auf zur Reise!“

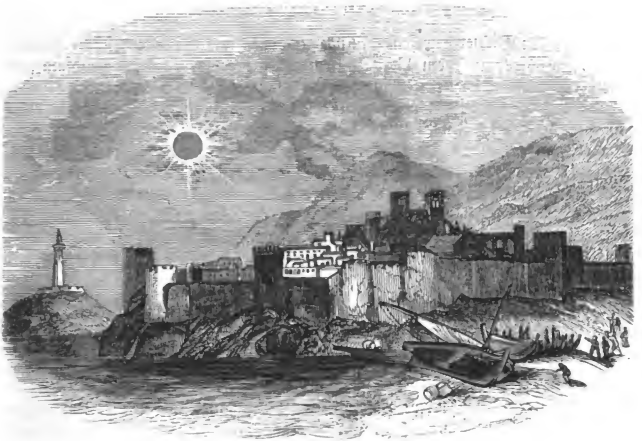
Digitized by Google

Zweites Buch.

Die planetische Welt.

Digitized by Google

Digitized by Google



Eine totale Sonnenfinsterniß.

Erstes Kapitel.

Eine Mondnacht.

Wochen waren seit unserer letzten Unterhaltung vergangen. Trübe Herbstwitterung hatte uns den Himmel verschlossen gehalten, zu dem wir uns erheben wollten. Ich sah diese Verzögerung nicht ganz ungern. Denn es stand uns ein großes Ereigniß am Himmel bevor, und wie von der Beobachtung der Sonnen- und Mondfinsternisse die Sternkunde einst ihren Anfang nahm, so sollte eine Mondfinsterniß*) auch den Beginn unsrer Wanderung durch die Himmelsräume bezeichnen.

Es war eine schöne, aber kalte Oktobernacht, die uns wieder vereinigte. Der Vollmond ergoß seinen bleichen Glanz über einen reinen Himmel, nur einzelne leichte Wölkchen wie in flüssiges Silber tauchend. Auf den Wellen des Flusses und in dem Laub der Bäume zitterte sein weißes Licht. Es wäre eine

*) Der Leser wird sich aus den letzten Jahren keiner totalen Mondfinsterniß erinnern, auf welche hier Bezug genommen werden könnte. Die Mondfinsterniß vom 13. Oktober 1856 war keine totale. Man wird mir aber die poetische Freiheit verzeihen, mit welcher ich die Erscheinungen der letzten totalen Mondfinsterniß vom 19. März 1848 auf diese übertragen habe, zumal uns bis zum Jahre 1870 kein so vollkommnes Schauspiel wieder bevorsteht.

Digitized by Google

Nacht für den Dichter gewesen. Rings umgaben uns Gestalten, scharf hervortretend, wachsend in ihren Verhältnissen, aber farblos, wesenlos gleichsam und wie herausfordernd, ihnen Inhalt zu geben, sie mit Leben zu erfüllen. Uns aber fesselte die Wirklichkeit; wir harrten des Anblicks eines erhabenen Schauspiels am Himmel selbst. Und dies Schauspiel begann. Wie ein leichter Rauch überflog es von Osten her die glänzende Mondscheibe. Bald folgte ein dunklerer grauer Schatten, der vom Rande her langsam über die Mondscheibe fortschreitend ihre zahlreichen Flecken unserm Anblick entzog. Je weiter dieser Schatten fortrückte, desto mehr wich sein düstres Grau einer rothen Färbung, die endlich in ein dunkelglühendes Kupferroth überging, aus welchem die Mondflecken wieder hervortauchten. Jetzt nahte der Augenblick, wo auch das letzte Licht der Mondscheibe schwinden sollte. Noch einmal leuchteten in feierlicher Pracht die Gipfel am Westrande des Mondes mit reinem blauen Lichte; dann ward es Nacht. Ein unheimliches Dunkel verbreitete sich über die Erde, und düster schaute in seinem röthlichen Grau, wie von einem Flor überzogen, durch den bisweilen ein zarter, rosenfarbener Schimmer hervordrang, der Mond auf das Heer der am Himmel wieder aufgetauchten funkelnden Sterne.

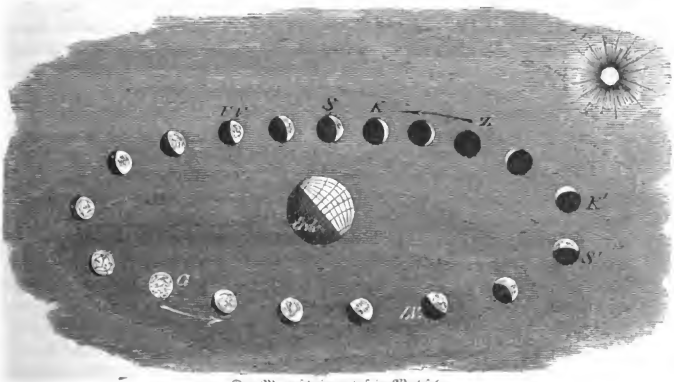
Lassen Sie diese Erscheinung das Zeichen sein, unter dem wir in den Himmel einziehen! — Nicht etwa weil wir noch, wie die Alten, an bedeutungsvolle Zeichen und Wunder glaubten, die in solchen Finsternissen geschähen, sondern weil sie uns das Zeichen einer nahen befreundeten Welt ist, einer Welt, die zwischen uns und jenem festen, ewigen Fixsternhimmel sich bewegt, in der es noch einen Wechsel von Licht und Schatten giebt, und einzelne Körper durch ihre Stellung einander dem Auge des Menschen entziehen. Einem vielbewegten Leben, einer zahlreichen Weltenschaar werden wir in jenen Nachbarräumen begegnen; aber ehe wir uns in dieses Gewühl stürzen und seine Wunder in der Nähe beschauen, lassen Sie uns einen Blick auf seine Erscheinungen aus der Ferne werfen. Noch wird einige Zeit verfließen, ehe die ersten silbernen Strahlen des Mondes wieder hinter jener verdunkelten Scheibe hervorbrechen werden, um uns hinüber zu tragen dorthin, von wo sie als Boten kamen. Lassen Sie uns diese Zeit benutzen, um Kunde einzuziehen von den Bewegungen dieser Nachbarwelten, und um zum Verständniß des Vorgangs zu gelangen, der uns des freundlichen Mondlichts so lange beraubte!

Der Mond ist offenbar in einen Schatten getreten, und dieser Schatten kann kein andrer sein, als der unsrer eignen Erde. Das ist eine so einfache Erklärung, und doch bedarf sie zu einem richtigen Verständniß noch einer näheren Betrachtung des Mondlaufs selbst.

Der Mond geht wie die Sonne täglich auf und unter und rückt wie sie unter den Fixsternen von Westen nach Osten fort, und zwar so bedeutend, daß man es schon nach dem Verlaufe weniger Stunden bemerken kann. Daher geht er täglich fast eine Stunde später auf und durchläuft in ungefähr 4 Wochen den ganzen Thierkreis. Genau gemessen beträgt die ganze Zeit, welche der Mond gebraucht, um zu demselben Fixstern des Himmels zurückzukehren, 27 Tage

Digitized by Google

7 Stunden 43 Minuten 11 Secunden, und diese Zeit nennt man den wahren oder siderischen Monat. Während dieses Umlaufs am Himmel zeigt sich uns aber der Mond zugleich in jenen verschiedenen Lichtgestalten, welche man seine Phasen nennt. Diese Lichtgestalten des Mondes hängen offenbar mit seiner Stellung zur Sonne und Erde zusammen. Die Sonne beleuchtet stets die eine Hälfte der Mondkugel, gerade wie sie immer die eine Hälfte unsrer Erde bestrahlt. Je nachdem nun diese beleuchtete Mondhälfte uns zugewandt oder von uns abgewandt wird, erblicken wir den Vollmond oder den Neumond, und je nachdem wir den Mond mehr oder minder östlich oder westlich von der Sonne sehen, wird uns der Anblick einer Sichelgestalt des Mondes, des zunehmenden oder abnehmenden Mondes, des ersten oder letzten Viertels. Der Vollmond wird also



Der Mondschein und sein Wechsel.

nur eintreten, wenn der Mond der Sonne gegenübersteht, wenn er um Mitternacht durch den Meridian geht und sein Aufgang mit dem Untergange der Sonne zusammenfällt. Zur Zeit des Neumonds dagegen gehen Mond und Sonne zusammen auf und unter, und der Mond ist am Tage am Himmel, bei Nacht unter dem Horizonte, wie die Sonne. Zur Zeit des ersten Viertels steht der Mond bei Sonnenuntergang im Meridian, und sein Aufgang findet am Mittag, sein Untergang um Mitternacht statt, während zur Zeit des letzten Viertels das Gegentheil eintritt.

Die Zeit, in welcher sich dieser Lichtwechsel vollendet, also die Zeit von einem Neumonde zum andern fällt nicht ganz mit der Zeit zusammen, in welcher der Mond zu demselben Fixstern zurückkehrt. Der sogenannte synodische Umlauf des Mondes währt reichlich 53 Stunden länger als jener siderische und zwar im Mittel 29 Tage 12 Stunden 44 Minuten 2,9 Secunden. Die Ursache

Digitized by Google

dieser Verzögerung ist ganz dieselbe, aus welcher der Minutenzeiger Ihrer Taschenuhr den Stundenzeiger nicht in einer Stunde, sondern erst $5^5/_{11}$ Minuten später einholt. Die Erde steht nämlich ebensowenig still als der Minutenzeiger, und wenn der Mond an den ursprünglichen Punkt des Himmels zurückkehrt, ist die Erde bereits ein Stück fortgerückt, und der Mond muß dies Stück nachholen, um wieder in die ursprüngliche Stellung zur Sonne zu kommen.

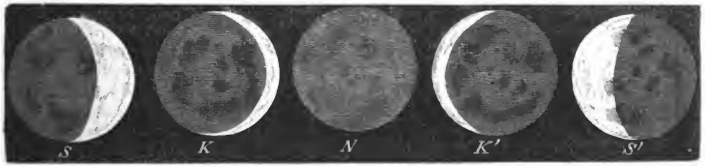
Versuchen Sie es, ähnlich wie bei der Sonne, die Bahn des Mondes am Himmel dadurch zu verzeichnen, daß Sie von Tag zu Tag seinem Laufe folgen und seine täglichen Oerter mit einander verbinden, so werden Sie allerdings finden, daß diese Bahn, wie bei der Sonne, einem größten Kreise entspricht. Wenn Sie aber dieselbe Bestimmung bei mehreren aufeinander folgenden Umläufen des Mondes vornehmen, so werden Sie sich bald überzeugen, daß eine so feste Bestimmung, wie sie durch die Ekliptik für die Sonnenbahn gegeben ist, für die Mondbahn unmöglich wird. Schon Ihre gewöhnliche Beobachtung wird Ihnen gezeigt haben, daß der Mond zu verschiedenen Jahreszeiten sehr verschiedene Höhenstände am Himmel einnimmt, daß der Vollmond im Sommer niedrig, im Winter hoch steht, daß er in den Winternächten ungefähr da sich zeigt, wo die Sonne in den Sommertagen steht. Sie werden sogar gefunden haben, daß der Mond bisweilen bedeutend höher, als Sie es je bei der Sonne bemerkt haben, am Himmel aufrückt, daß er aber auch zu andern Zeiten wieder viel niedriger über dem Horizonte bleibt, als die Sonne bei uns in den kürzeste Tagen. Beobachten Sie nun genauer, so werden Sie bemerken, daß wenn der Mond einen Umlauf vollendet hat, er seinen neuen Umlauf niemals in derselben Bahn ausführt, sondern daß der größte Kreis dieser neuen Bahn eine ganz andere Lage am Himmel, namentlich eine ganz andere Neigung gegen den Aequator hat. Sie werden bemerken, daß sich diese Neigung ungefähr zwischen den Grenzen von $18^1/_2{}^0$ und $28^1/_2{}^0$ bewegt. Beziehen Sie diese verschiedenen Bahnen des Mondes auf die Ekliptik, so werden Sie freilich keine solche Abweichungen beobachten. Sie werden finden, daß die Neigung der Mondbahn gegen die Ekliptik im Laufe eines Jahres wesentlich unverändert bleibt und ungefähr $5^0\ 8'\ 48''$ beträgt. Es scheint also geradezu, als ob die Mondbahn sich fortwährend in unveränderter Neigung rückwärts um die Axe der Ekliptik drehe. Wollen wir dieser eigenthümlichen Bewegung einen bestimmteren Ausdruck verleihen, so werden wir mit Rücksicht auf die bereits erkannte Bewegung der Erde um die Sonne sagen müssen, daß der Mond sich in einer Ebene bewegt, die durch den Mittelpunkt der Erde geht und gegen die Erdbahn unter jenem Winkel von $5^0\ 8'\ 48''$ geneigt ist.

Ueber die besondere Form dieser Mondbahn werden wir sofort noch nähere Aufschlüsse erlangen, wenn wir Beobachtungen über die Größenunterschiede der Mondscheibe anstellen und daraus Schlüsse auf die verschiedenen Abstände des Mondes von der Erde ziehen. Dem bloßen Auge wird zwar der Unterschied in der Größe der Mondscheibe in den verschiedenen Stellungen des Mondes kaum bemerklich sein. Sie wissen aber, daß wir mit Hülfe des Mikrometers

Digitized by Google

außerordentlich genaue Messungen vornehmen können, und diese Messungen haben in der That gelehrt, daß sich der scheinbare Durchmesser und also auch die wirkliche Entfernung des Mondes von der Erde beständig ändert, daß er in seiner größten Erdnähe, dem Perigäum, nur 48,961, in seiner größten Erdferne, dem Apogäum, aber 54,644 Meilen von dem Mittelpunkt der Erde absteht. Eine richtige Vorstellung von der Mondbahn erhalten wir also erst, wenn wir sie als elliptisch auffassen und uns die Erde in einem Brennpunkt dieser Ellipse denken.

Ich darf Ihnen nun freilich nicht verhehlen, daß eine solche Vorstellung von der Mondbahn nur eine ganz allgemeine Gültigkeit hat, da der Mond eine so außerordentliche Veränderlichkeit zeigt, so unablässig seine Geschwindigkeit, wie die Lage und Gestalt seiner Bahn wechselt, daß die genaue Bestimmung des Mondlaufs zu den schwierigsten und zeitraubendsten Geschäften des Astronomen gehört. Der Mond selbst trägt allerdings nicht die Schuld davon. Liefe er allein um die Sonne, wie unsre Erde, so würde er eine geschlossene elliptische Bahn um sie beschreiben. Nun drängt sich aber die gewichtige Erde in seine Gesellschaft, lenkt ihn durch ihre Anziehungskraft aus seiner Bahn und zwingt ihn zu einer Bewegung um sie selbst. So kommt es denn zu einer gemeinsamen Bewegung beider Weltkörper um die Sonne, verbunden mit einer beständigen Drehung um einen gemeinsamen Schwerpunkt, so daß ihr Lauf einem walzerförmigen Tanze um die Sonne gleicht.



Die erste und letzte Mondsichel.

Ich sage: der Mond wird durch die Anziehungskraft der Erde gezwungen sie selbst zu umkreisen. Nun ist Ihnen bekannt, daß der Mond bei diesem Umlaufe um die Erde uns stets dieselbe Seite zuwendet, und obwohl gerade daraus mit Nothwendigkeit folgt, daß der Mond sich genau in derselben Zeit, in welcher er seinen Umlauf um die Erde vollbringt, sich auch einmal um seine Axe drehen muß, so verursacht die Vorstellung von dieser Axendrehung des Mondes doch so oft die größte Schwierigkeit. Es ist kaum zu begreifen, wie sonst unterrichtete Menschen nicht auf den Einfall kommen, daß, wenn der Mond sich nicht zugleich während seiner Umlaufsbewegung um seine Axe drehte, sondern sich stets parallel bliebe, wir doch nothwendig nach jedem halben Umlaufe die entgegengesetzte Seite des Mondes uns zugewandt erblicken müßten. Einen Beweis davon erhalten wir ja schon durch die Unregelmäßigkeiten in der Bahnbewegung des Mondes. Jede rotirende Bewegung, also auch die des Mondes, geht mit der größten Gleich-

Digitized by Google

mäßigkeit vor sich. Auf seinem Laufe durch die elliptische Bahn um die Erde wechselt aber der Mond in Folge seiner verschiedenen Abstände von der Erde seine Geschwindigkeit beständig, und zwar nicht blos scheinbar, sondern auch wirklich. Er bewegt sich langsamer in der Erdferne, rascher in der Erdnähe und zwar dergestalt, daß seine Bewegung in der Erdferne für unsern Anblick nur etwa $^4/_5$ von derjenigen beträgt, die in der Erdnähe stattfindet. Eine Folge davon ist, daß wir wirklich von Zeit zu Zeit bald an dem einen bald an dem andern Rande einen kleinen Theil der uns sonst abgewandten Mondseite erblicken. Diese Erscheinung, die man die Libration oder Schwankung des Mondes nennt, wird noch vergrößert durch den Umstand, daß einerseits die Drehung des Mondes um eine nicht genau senkrecht auf seiner Bahn stehende Axe erfolgt, und daß wir andrerseits den Mond nicht vom Erdmittelpunkte, sondern von der Oberfläche der Erde, also einem für die geringe Entfernung des Mondes wirklich etwas erhöhten Standpunkte betrachten, von dem sich unser Blick nach einer Richtung hin also erweitert. Das Stück der jenseitigen Mondscheibe, das uns auf diese Weise zu Gesicht kommt, beträgt freilich nur etwa $^1/_{20}$ der ganzen, so daß uns immer noch $^{19}/_{20}$ jener Seite für immer verborgen bleiben.

Lassen Sie uns noch einen Augenblick bei den Unregelmäßigkeiten des Mondlaufs verweilen. Einzelne dieser Veränderungen gehen rasch und gleichsam vor Aller Augen vor sich, während andre so langsam erfolgen, daß sie erst nach Jahrtausenden und nur durch die genauesten astronomischen Beobachtungen bemerkbar werden. Zu den auffallendsten und raschesten Veränderungen gehören, wie ich schon bemerkte, die von der elliptischen Gestalt der Bahn herrührenden. Sie gleichen, wenn sie auch bedeutender sind, im Allgemeinen denen unsrer Erde, die wir in dem scheinbaren Sonnenlaufe sich abspiegeln sehen. Auch die Anziehungen der Sonne und Erde bewirken in Folge der Lage ihrer Bahnen in verschiedenen Ebenen, wie der verschiedenen Stellung der Mondaxe gegen die Sonne, ganz ähnliche Erscheinungen wie dort, zunächst eine kleine Veränderung in der Lage der Mondbahn gegen die Erdbahn, ein Schwanken ihrer Neigung zwischen 5^0 und $5^0\ 18'$, dann aber, was weit einflußreicher und auch dem bloßen Auge bemerklich ist, eine Veränderlichkeit der Knoten, d. h. der Durchschnittspunkte beider Bahnen. Dieser Knoten zeigt, ähnlich dem Frühlingspunkt, eine rückgängige Bewegung in der Mondbahn und wandert, allerdings schneller als der Frühlingspunkt, in 18 Jahren 218 Tagen 21 Stunden $22^3/_4$ Minuten um den ganzen Himmel herum. Ebenso wechseln auch die Punkte der Mondbahn, in denen die Erdnähe und Erdferne eintritt, indem sie sehr rasch in der Bahn vorwärts rücken und bereits in 8 Jahren 310 Tagen 13 Stunden 49 Minuten einen ganzen Umlauf durch die Bahn vollenden.

Die zahlreichsten, wenngleich minder beträchtlichen Unregelmäßigkeiten des Mondlaufs hängen von der wechselnden Stellung des Mondes zur Erde und Sonne ab, also von denselben Verhältnissen, auf welchen die Erscheinung der wechselnden Lichtphasen des Mondes beruht. Eben deshalb aber werden sie von besondrer Bedeutung und können sich einer aufmerksamen Beobachtung

Digitized by Google

kaum entziehen, um so mehr, da sie in Verbindung mit den Ungleichheiten des Erdlaufs in einem Mondwechsel auf einen halben Tag und darüber anwachsen können. Wäre der Mond Ihnen Kalender, wie den Alten, so würden Sie gefunden haben, daß die Vollmonde des Sommers stets geringere Zwischenzeiten haben als die des Winters. Mond und Erde stehen nämlich weder in gleichem Abstande von der Sonne noch in gleicher Richtung zu ihr. Die Anziehung der Sonne auf Erde und Mond muß darum sowol ihrer Größe als Richtung nach verschieden wirken, und diese Verschiedenheit ist es, die der Astronom als Störung bezeichnet. Sie dürfen bei diesem Worte aber keineswegs an irgend eine Willkür, eine Unordnung oder Gesetzwidrigkeit denken. Die Störungen folgen mit derselben Nothwendigkeit aus den allgemeinen Bewegungsgesetzen, lassen sich mit derselben Schärfe berechnen wie die Hauptbewegung selbst, und nur die verwickelten Verhältnisse erschweren diese Rechnung. Die Störungen des Mondlaufes sind also eigentlich nur Störungen oder, wenn Sie wollen, Unbequemlichkeiten für die astronomische Rechnung.

Lassen Sie uns den Lauf von Mond und Erde um die Sonne, den wir uns bildlich als einen gemeinsamen Tanz vorstellten, während eines Mondwechsels verfolgen und dabei namentlich die Stellungen beider Weltkörper gegeneinander und zur Sonne ins Auge fassen! Zur Zeit des Vollmonds finden Sie zunächst Mond und Erde sich in gleicher Richtung bewegend, während zur Zeit des Neumonds beider Bewegungen entgegengesetzt gerichtet sind. Im Vollmonde aber steht zugleich der Mond weiter von der Sonne ab als die Erde; seine Bewegung um die Sonne erfolgt daher auch langsamer, er bleibt hinter der Erde zurück. Dieser Verzögerung der Mondbewegung muß aber zugleich auch eine Vergrößerung des Abstands zwischen Mond und Erde entsprechen, da die nähere Erde stärker von der Sonne angezogen wird als der entferntere Mond. Entgegengesetzte Verhältnisse treten im Neumonde ein. Der Lauf des näheren Mondes um die Sonne erfolgt rascher als der der Erde, er eilt ihr voraus, aber freilich in einer der Bewegung des Mondes um die Erde entgegengesetzten Richtung. Die Gesammtbewegung des Mondes erscheint darum auch hier verzögert. Ebenso wird auch durch die stärkere Anziehung des näheren Mondes die Entfernung zwischen Mond und Erde vergrößert. In beiden Stellungen also, zur Zeit des Neu- und Vollmondes, oder in den Syzygien, wie man diese Phasen gemeinsam nennt, erfolgt aus entgegengesetzten Ursachen die gleiche Wirkung: Verzögerung des Mondlaufs und Vergrößerung des Abstands zwischen Mond und Erde. Zur Zeit der Mondviertel oder in den Quadraturen tritt dagegen eine andere Wirkung ein. Beide Weltkörper stehen gleich weit von der Sonne; nur die Richtung der Sonnenanziehung ist für beide verschieden. Der Zug der Sonne strebt sie einander zu nähern, die Wirkung der Erde auf den Mond wird durch diese Näherung verstärkt und die Mondbewegung daher beschleunigt. Diese ganze Erscheinung, die sich gleichsam als ein Bestreben auffassen läßt, der Mondbahn eine elliptische Gestalt zu geben und die in der That mit den Folgen der elliptischen Bahnbewegung, von der sie übrigens ziemlich un-

Digitized by Google

abhängig ist, große Uebereinstimmung zeigt, nennt man die Evection, und sie ist die einzige Störung im Laufe der Himmelskörper, die bereits von einem Astronomen des Alterthums, von Ptolemäus, vor 2 Jahrtausenden entdeckt wurde.

Eine ganz ähnliche Störung wird aber noch zu anderen Zeiten des Mondwechsels durch die Anziehung der Sonne bewirkt. In jener Zwischenzeit nämlich, wo die eine Mondphase in die andre übergeht und Sonne und Mond mit der Erde schiefe Winkel bilden, ist sowol die Richtung der Sonnenanziehung, wie ihre Stärke in Bezug auf Mond und Erde verschieden. Die Folge davon ist, daß der Zug der Sonne den Mond etwas seitwärts verrückt und dadurch gleichfalls seinen Lauf theils beschleunigt theils verzögert. Diese Störung, die eine Ortsveränderung des Mondes von 37 Minuten zur Folge haben kann, bezeichnet man als Variation. Die durch die Evection bewirkte Ortsveränderung des Mondes kann freilich sogar $1^{0}\ 20'$ erreichen. Beide Störungen aber werden natürlich im Laufe des Jahres ganz verschiedene Größen erlangen, je nachdem die Erde in ihrer Bahn der Sonne näher oder ferner steht, und die Wirkung der Sonnenanziehung also mehr oder minder stark auf Erde und Mond ist. Zur Zeit der Erdnähe, also im Winter, werden diese Störungen weit beträchtlicher sein als zur Zeit der Erdferne, im Sommer. Sie sehen also, daß auch diese jährlichen Verschiedenheiten der Störungen wieder von den Astronomen berücksichtigt und berechnet werden müssen und gleichsam wieder den Ausdruck einer Störung annehmen, die man als jährliche Gleichung bezeichnet.

Aus allen diesen, freilich nur ganz flüchtigen Mittheilungen über die Unregelmäßigkeiten der Mondbewegung werden Sie sich wenigstens überzeugt haben, daß die genaue Berechnung des Mondlaufs und solcher davon abhängiger Ereignisse, wie dort oben eins vor unsern Augen eben eintrat, nicht zu den leichtesten Arbeiten gehört. Freilich haben schon die Astronomen des Alterthums solche Finsternisse vorausbestimmt, und diese Vorhersagungen waren es ja vorzugsweise, durch welche sich die Astronomie die Achtung im Volke erwarb. Aber diese Vorausbestimmungen waren doch keineswegs von der Zuverlässigkeit, wie wir sie jetzt bei astronomischen Verkündigungen gewohnt sind. Noch im 17. Jahrhundert konnte es sich ereignen, daß für Rom eine totale Sonnenfinsterniß angekündigt wurde, während in Wirklichkeit nur drei Viertel der Sonne sich verfinsterten. Noch zu Anfang des vorigen Jahrhunderts vermochte man Fehler von 45 Min. bei der Berechnung einer solchen Finsterniß nicht zu vermeiden.

Die Finsternisse am Himmel beruhen darauf, daß ein Weltkörper durch einen andern beschattet wird. Mond und Erde sind beide an sich dunkle, nur von der Sonne beleuchtete Körper und werfen beide Schatten hinter sich, lang genug, um den andern Weltkörper zu erreichen. Die Länge des Erdschattens beträgt zwischen 182,408 und 188,640 Meilen, die des Mondschattens zwischen 49,376 und 51,083 Meilen. Sie sehen daraus, daß der Erdschatten mehr als 3 mal über den Abstand des Mondes hinausreicht, während der Mondschatten freilich nur gegen die Zeit der Erdnähe die Erde erreichen kann. So oft der Erdschatten den Mond bedeckt, ereignet sich eine Mondfinsterniß, so oft der Mond-

Digitized by Google

schatten über die Erde hinzieht, eine Sonnenfinsterniß; denn die Beschattung ist für den beschatteten Körper ja nur eine Entziehung des Sonnenlichts. Die Verfinsterung kann eine theilweise (partiale) oder eine totale sein, je nachdem nur ein Theil des Schattens oder der ganze den verfinsterten Weltkörper trifft. Sie kann bei einer Sonnenfinsterniß aber auch eine ringförmige Gestalt annehmen, wenn der Mond nämlich seiner Erdferne nahe steht, der Schatten desselben die Erde also nicht mehr wirklich berührt, sondern nur darüber hinschwebt, und die Mondscheibe daher zugleich, wenn sie vor die Sonne tritt, einen kleineren scheinbaren Durchmesser zeigt als die Sonnenscheibe.

Da Mond und Erde einander offenbar nur dann beschatten können, wenn sie in einer graden Linie mit der Sonne stehen, so könnte es scheinen, als ob ihre Verfinsterungen zur Zeit jedes Neumonds und Vollmonds sich ereignen müßten. Das würde in der That der Fall sein, wenn die Mondbahn keine oder doch nur eine geringe Neigung gegen die Erdbahn hätte. Sie haben aber gesehen, daß diese Neigung der Mondbahn nicht ganz unbeträchtlich ist, und so wird es kommen, daß die meisten Vollmonde über oder unter dem Erdschatten, die meisten Neumonde nördlich oder südlich von der Sonne vorbeiziehen. Nur wenn der Mond zur Zeit dieser Phasen zugleich in die Ebene der Erdbahn oder in ihre Nähe tritt, wenn er also sich zugleich in seinem Knoten oder diesem nahe befindet, stellt sich eine solche Finsterniß ein. Wäre nun die Lage dieses Knotens fest, so würde sich immer noch eine gewisse Regelmäßigkeit in dem Erscheinen der Finsternisse zeigen; sie würden alljährlich zu denselben Jahreszeiten, wenn auch nicht genau an denselben Tagen eintreten. Bei der bekannten Veränderlichkeit des Mondknotens aber wird zur Vorherbestimmung der Finsternisse eine genaue Berechnung dieser Knotenbewegung erfordert. Wenn die Alten ohne den Besitz unsrer heutigen Sonnen- und Mondtafeln dennoch solche Vorausbestimmungen und, wie wir aus der Geschichte wissen, mit Glück unternahmen, so verdankten sie dies ihren fleißigen und Jahrhunderte langen Beobachtungen. Den Alten konnte es nämlich nicht entgehen, daß nach ungefähr 19 Jahren die Mondphasen an denselben Monatstagen wiederkehrten, da in der That 19 Sonnenjahre bis auf etwa 2 Stunden 235 synodischen Mondumläufen entsprechen. Ich habe Ihnen nun schon mitgetheilt, daß auch in einer ähnlichen Periode von nicht ganz 19 Jahren die Mondknoten ihren Umlauf am Himmel vollenden. Sie sehen also, daß sich den Alten eine gewisse Finsternißperiode bemerkbar machen mußte, auf welche sie ihre Vorhersagungen gründen konnten. Da indeß diese beiden Perioden der Phasen und Knoten des Mondes nicht ganz genau zusammenfallen, so bleibt immer eine gewisse Unsicherheit mit den auf diese 19jährige Periode gestützten Vorausſagungen von Finsternissen verknüpft. Gegenwärtig bestimmt man mittelst der astronomischen Tafeln genau die Augenblicke der Vollmonde und Neumonde und untersucht dann, ob im erstern Falle der Abstand des Mondes von der Ekliptik größer oder kleiner ist als der Halbmesser des Schattenkegels, oder im andern Falle für die Neumonde, ob jener Abstand des Mondes von der Ekliptik kleiner oder größer ist als der Halbmesser der Sonnenscheibe. So erfährt man, bei

Digitized by Google

welchen Vollmonden und Neumonden Mond- und Sonnenfinsternisse eintreten, bei welchen nicht.

Im Allgemeinen ereignen sich innerhalb 18 bis 19 Jahren 70 Finsternisse und zwar 29 am Monde, 41 an der Sonne, niemals mehr als 7 Finsternisse in einem Jahr, aber auch nie weniger als 2. Sie sehen, daß die Zahl der Sonnenfinsternisse die der Mondfinsternisse fast um die Hälfte übertrifft. Der Grund dieser größeren Häufigkeit der Sonnenfinsternisse liegt darin, daß der Schattenkegel, in welchen der Mond ganz oder theilweise eintreten muß, wenn eine Mondfinsterniß erfolgen soll, schmaler ist als der Raum, in welchem der Mond sich zu befinden hat, wenn er uns eine Sonnenfinsterniß erzeugt. Sie dürfen nur die unten stehende Figur betrachten, wo a b die Breite des Schattenkegels für Mondfinsternisse, c d den Raum für den Ort des Mondes bei Sonnenfinsternissen bezeichnet. Sie müssen sich aber nicht durch die Erfahrung täuschen lassen, daß an ihrem bestimmten Heimathsort die Sonnenfinsternisse seltner erscheinen. Mondfinsternisse ereignen sich nämlich stets gleichzeitig auf der ganzen Erdhälfte, für welche der Vollmond eben am Himmel steht, da der Mond selbst in einen Schatten tritt. Sonnenfinsternisse dagegen treffen immer nur einen sehr kleinen, höchstens den 6. Theil der Erdhälfte, über welche grade die Schattenspitze des Mondes hinstreicht. Für Sie selbst bleiben daher die

Der Erdschatten.

meisten Sonnenfinsternisse unsichtbar, während Sie jede Mondfinsterniß erblicken müssen, wenn sie nicht gerade die entgegengesetzte Erdhälfte trifft. Daher kommt es, daß oft für einen Ort Jahrhunderte vorübergehen, ehe ihm einmal eine totale Sonnenfinsterniß erscheint. So wird unser nördliches Deutschland erst am 19. August 1887 die erste und einzige totale Sonnenfinsterniß dieses Jahrhunderts erleben.

Die Verfinsterungen der Sonne und des Mondes haben von jeher die Aufmerksamkeit der Menschen auf sich gezogen, und der Aberglaube hat an sie bis in die neueste Zeit eine unheilvolle Bedeutung geknüpft. Sie selbst werden sich eines gewissen unheimlichen Gefühls nicht haben erwehren können, als jenes Schauspiel vor Ihren Augen eintrat, als allmälig das Silberlicht des Mondes schwand und sich mit jenem bald aschfarbenen, bald kupferrothen Schleier überzog. Es liegt diese Wirkung auf unser Gemüth nicht allein in dem außergewöhnlichen, unzeitigen Eintreten der Dunkelheit, sondern noch mehr in der Eigenthümlichkeit dieses Dunkels, in gewissen Färbungen und räthselhaften Nebenerscheinungen, die zum Theil räthselhaft selbst für den wissenschaftlichen Forscher sind. Da haben Sie die seltsam kupferrothe Scheibe des Mondes vor sich. Es würde Sie nicht wundern, wenn der Mond, in den Schatten der Erde gehüllt, also

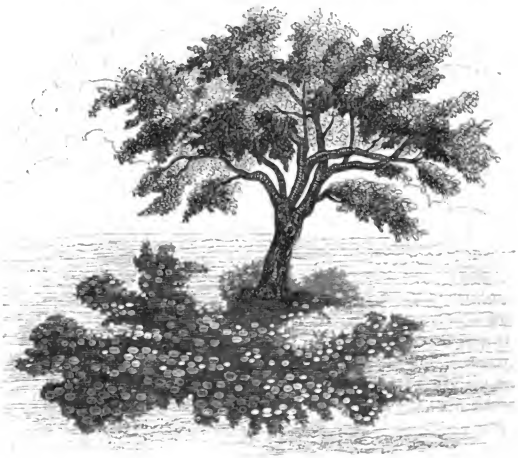
Digitized by Google

seines einzigen Lichtquells, des Sonnenlichts, beraubt, Ihren Blicken gänzlich entschwunden wäre. Jenes aschfarbene Licht, in welchem Ihnen die volle Mondscheibe auch zu einer Zeit erscheint, wo sie von der Sonne abgewendet, ihrer Bestrahlung entzogen ist, zur Zeit der ersten und letzten schmalen Mondsichel, findet doch noch eine Erklärung in dem Widerschein der von der Sonne hell erleuchteten Erde. Aber für dieses rothe Licht des verfinsterten Mondes paßt auch diese Erklärung nicht. Die Erde ist ja in nächtliches Dunkel gehüllt. Man könnte an ein eignes, vom Monde ausstrahlendes, schwaches Licht denken, und berühmte Astronomen wie W. Herschel haben daran gedacht, wenn nicht die Thatsache bestände, daß wirklich bei manchen Mondfinsternissen, wie nach Hevel's Bericht bei der vom 25. April 1642, nach Mädler noch bei der vom 10. Juni 1816, der Mond völlig vom Himmel verschwand. Die einzige, freilich auch nicht ganz zweifellose Erklärung bleibt uns in der Atmosphäre unsrer Erde zu suchen, durch deren bekannte Lichtbrechung einzelne abgelenkte Sonnenstrahlen zur Mondscheibe gelangen könnten. Die atmosphärische Luft hält bekanntlich einen großen Theil des Sonnenlichts bei seinem Durchgange auf und zerstreut es nach allen Richtungen. Aber diese Wirkung erstreckt sich nicht gleichmäßig auf alle die verschiedenfarbigen Strahlen, aus welchen sich das weiße Sonnenlicht zusammensetzt. Namentlich sind es die violetten Strahlen, welche vorzugsweise aufgehalten werden, während die rothen am leichtesten durchdringen. Aus einem solchen Uebergewicht der violetten Strahlen erklärt man auch die blaue Färbung unsers reinen Tageshimmels, während das Roth der von der untergehenden Sonne beleuchteten Wolken von dem Uebergewicht der rothen Strahlen herrührt, welche die untern, dichteren Schichten der Atmosphäre durchdringen. Jene lichteren rosenrothen Stellen, die Sie wechselnd an der verfinsterten Mondscheibe bemerken, so wie die einzelnen glänzenden Punkte, in denen Herschel einst thätige Mondvulkane zu erblicken glaubte, fänden dann ihre Erklärung theils in einzelnen Unterbrechungen der dichteren atmosphärischen Hülle, theils in dem stärkern Widerschein einzelner hoher Berggipfel des Mondes.

Weit eigenthümlicher, manchfaltiger und auch zum Theil räthselhafter sind die Erscheinungen, welche Sonnenfinsternisse begleiten. Die ganze Natur nimmt an dieser Begebenheit des Himmels Theil, und das Gefühl des Menschen wird unwillkürlich von ihr ergriffen. Das plötzliche Verschwinden des Gestirns, dem wir vorzugsweise den Genuß der Naturschönheit verdanken, dem der Quell alles irdischen Lebens, die Wärme, entströmt, ist recht geeignet, die mit Schrecken zu erfüllen, die keine Ahnung von dem naturgesetzlichen Hergange dieser Erscheinung haben. Wir dürfen uns nicht wundern, wenn die Völker einer rohen Vorzeit in der verfinsterten Sonne ein Zeichen göttlichen Zorns, eine Drohung furchtbarer Strafgerichte erblickten, wenn die abergläubischen Menschen verzweifelnd die Häuser verschlossen und händeringend auf die Kniee stürzten oder heulend umherliefen und die Brunnen zudeckten, damit nicht das vom Himmel herabträufelnde Gift sie verderbe. Ward doch noch vor 110 Jahren von einer Königlichen Kriegs- und Domainenkammer in Königsberg in Pr.

Digitized by Google

befohlen, am Tage der bevorstehenden Sonnenfinsterniß kein Vieh auszutreiben und die Brunnen zu verdecken! Ward doch noch vor 7 Jahren bei der großen Sonnenfinsterniß vom 28. Juli 1851 in Wien zu einer Prozession aufgefordert, um die Folgen des unglücklichen Naturereignisses abzuwenden! Von der gewaltigen Macht eines solchen Ereignisses über das menschliche Gemüth giebt Arago eine vortreffliche Schilderung. Am 9. Juli 1842 waren bei Perpignan gegen 20,000 Menschen aus allen Ständen, Gelehrte, Bürger, Landleute und Soldaten, zusammengeströmt, um die große im Süden Frankreichs total erscheinende Sonnenfinsterniß zu beobachten. Es waren wol wenige unter diesen

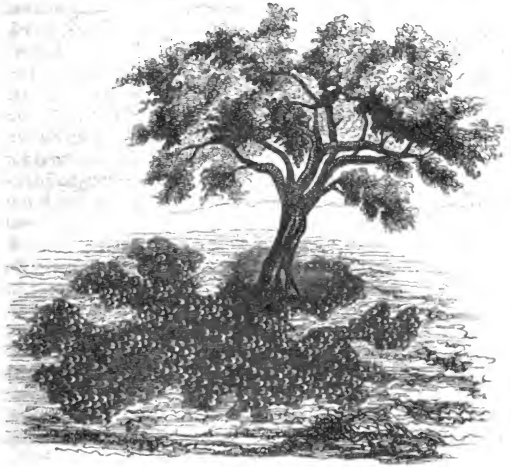


Baumschatten bei freier Sonne.

Menschen, die nicht von der klarsten Ueberzeugung erfüllt waren, daß diese Erscheinung zu den natürlichen, gesetzmäßigen, berechenbaren gehöre, über die man sich bei gesundem Verstande keine Ursache habe irgend zu beunruhigen. Beim Beginn der Finsterniß schien nur Neugierde und Wetteifer die Menge zu bewegen, die beim Anblick des ersten kleinen Ausschnitts am westlichen Sonnenrande in ein ungeheures Geschrei ausgebrochen war. Als aber die Sonne, auf einen schmalen Streifen reducirt, ein schwaches, unsicheres Licht über die Landschaft zu werfen begann, bemächtigte sich eine sichtliche Unruhe der Zuschauenden; Jeder empfand das Bedürfniß, seine Empfindungen den Umstehenden mitzutheilen, und ein dumpfes, dem eines fernen Meeres nach dem Sturme ähnliches

Digitized by Google

Brausen erhob sich aus der Menge. Dies dumpfe Brausen schwoll immer stärker und stärker, je schmäler die Sonnensichel erschien. Endlich verschwand sie, Dunkelheit trat ein, und ein todtengleiches Schweigen bezeichnete, wie Arago sagt, diese Phase der Finsterniß eben so scharf, wie es das Pendel der astronomischen Uhr gethan hatte. Die Erscheinung hatte durch ihre Großartigkeit den Muthwillen der Jugend, die Leichtfertigkeit der Schwätzer, die lärmende Gleichgültigkeit der Soldaten überwunden. Auch in der Luft herrschte tiefe Stille; die Vögel hatten aufgehört zu singen.



Baumschatten bei partialer Sonnenfinsterniß.

Bei so auffallenden Erregungen, welche diese Erscheinung in dem Gemüth des Menschen bewirkt, läßt sich der verwirrende Eindruck erklären, den sie auf die Thierwelt ausübt. Es ist wol namentlich das Unvorbereitete, Plötzliche dieser Erscheinung, welches die Thierwelt mit Schrecken erfüllt, die hier nicht wie bei Witterungsveränderungen von Vorempfindungen geleitet wird. Man sieht die Vögel scheu umherflattern und ängstlich ihre Nester suchen, Ameisen in ihrer Arbeit still halten, Pferde sich ängstlich aneinanderdrücken, Hunde heulend in verborgene Schlupfwinkel fliehen. Man sieht selbst Pflanzen während der Finsterniß ihre Blätter und Blüthenköpfe senken, Nachtblumen ihre Kronen öffnen. Diese augenscheinliche Theilnahme der ganzen unbewußten und empfindungslosen Natur an diesem Ereigniß des Himmels trägt jedenfalls dazu bei, auch das Herz des Menschen empfänglicher für seine Großartigkeit zu stimmen.

Digitized by Google

Ihrer Erfahrung werden sich bisher wohl kaum andre als partiale Sonnenfinsternisse dargeboten haben, und diese zeigen sich freilich von wenigen solcher auffallenden und aufregenden Erscheinungen begleitet. Es können die Hälfte und selbst zwei Drittel der Sonnenscheibe vom Monde bedeckt sein, ohne daß Himmel und Erde ihre Physiognomie merklich verändern, ohne daß Sie weder eine Dunkelheit noch ein Sinken des Thermometers beobachten. Nur wenn Sie die kleinen Lücken in dem Schatten belaubter Bäume betrachten, werden Sie eine sichtbare und interessante Wirkung der theilweisen Verfinsterung der Sonne erkennen. Für gewöhnlich zeigen diese Lücken die kreisrunde Form der Sonnenscheibe, die nur bei einem sehr schiefen Auffallen der Sonnenstrahlen mehr in das Elliptische übergeht. Während der partialen Sonnenfinsterniß dagegen zeigen Ihnen diese Lücken mehr oder weniger das Bild der verfinsterten Sonnenscheibe, nehmen also die Gestalt kleiner, aber sehr scharfer elliptischer Sicheln an.

Wenn die Verfinsterung 9—10 Zoll (d. h. Zwölftel) des Sonnendurchmessers erreicht, werden auch die Nebenerscheinungen schon merklicher. Den heitern Himmel überfliegt ein leichtes Grau, und die Wolken schimmern grünlich. Die Beleuchtung der irdischen Gegenstände ist geschwächt, aber doch gleicht diese Schwächung keiner Dämmerung; Licht und Schatten sind schärfer abgesetzt, während sie in der Dämmerung ineinander fließen. Die Wärme vermindert sich, ein kühler Luftzug, ein sogenannter Finsternißwind streicht in der Richtung der fortschreitenden Finsterniß über die Erde hin. Je mehr sich die Finsterniß der totalen nähert, desto stärker treten diese Erscheinungen hervor, und bei einer eilfzölligen Verfinsterung würden Sie schon Licht in der Wohnung anzünden müssen.

Wollen Sie ein vollkommenes Bild von den Erscheinungen einer totalen Sonnenfinsterniß erhalten, so versetzen Sie sich im Geiste auf einen freiliegenden Hügel. Richten Sie dann den Blick kurz vor dem Eintritt derselben nach Westen, so werden Sie bereits auf eine nächtlich beschattete Landschaft schauen. Mit Riesenschritten sehen Sie deutlich den schwarzen Mondschatten heranrücken, helle Sterne am Himmel leuchten auf, und die Gegenstände um Sie herum, selbst einzelne Stellen des Himmels nehmen eine anfangs graugelbe, aber immer mehr ins Rothe und sogar Purpurne übergehende Färbung an, die offenbar von dem Uebergewicht der vielfach reflectirten und zerstreuten Strahlen der noch erleuchteten Atmosphäre herrührt. In dem Augenblick, wo der Schatten des Mondes Ihren Standpunkt erreicht hat, sehen Sie um die verdeckte Sonne einen glänzenden silberweißen Ring sich bilden, bisweilen auch am Sonnenrande selbst einzelne rothe, wolken- oder flammenähnliche Hervorragungen aufleuchten. Ueber diese rothen Hervorragungen, die man Protuberanzen genannt hat, wie über den glänzenden Ring der verfinsterten Sonne, oder die sogenannte Corona, den man durch ein Fernrohr als einen doppelten, einen weißen und einen rosenrothen, erkennt, und an dem man bisweilen eine schnelle kreisende Bewegung wahrgenommen hat, ähnlich der eines künstlichen Feuerrades, der übrigens meist in so starkem Lichte strahlt, daß nur die helleren Sterne bis höchstens zur dritten

Digitized by Google

Größe am Himmel auftauchen, —über diese Corona und die Protuberanzen werde ich später noch Gelegenheit haben, Manches mitzutheilen, da sie uns Aufschlüsse über mehrere physische Verhältnisse des Sonnenkörpers zu versprechen scheinen. Uebrigens ist die genaue Beobachtung derselben mit großen Schwierigkeiten verbunden, da die ganze Erscheinung in zu raschem Fluge vorübergeht, und ihr überwältigender Eindruck selbst dem Astronomen oft Zeit und Besonnenheit raubt, um von seinen optischen Instrumenten Gebrauch zu machen. Mit dem Hervorbrechen des ersten Sonnenstrahls kehrt Alles schnell wieder zum gewohnten Zustande zurück. Der Ring ist verschwunden, die Sterne sind verlöscht, und die Helligkeit nimmt scheinbar noch rascher als vorher die Dunkelheit zu.

Lassen Sie uns noch die kurze Frist, welche der Verlauf unserer Himmelserscheinung übrig läßt, benutzen, um unsern Blick in jenes Nachbarreich, das wir betreten wollen, etwas zu erweitern. Sonne und Mond, sagte ich Ihnen schon, sind nicht die einzigen nahen Welten, zahllose Weltenschaaren von mannichfaltiger, zum Theil seltsamer Naturbeschaffenheit bewegen sich zwischen jenem Fixsternhimmel und uns. Von ihrem Dasein und ihrer Nähe werden wir uns wieder theils durch die Abweichungen ihrer Bewegungen von der scheinbaren täglichen Umdrehung des Himmelsgewölbes, theils durch den Wechsel ihrer Lichtgestalten, wie durch ihre Verfinsterungen und Bedeckungen überzeugen.

Blicken Sie dort auf jenen schönen Stern am abendlichen Himmel, der Ihnen längst unter dem Namen des Abend- und Morgensterns oder der Venus bekannt sein wird. Wenn Sie auch nichts wüßten von den nahen Beziehungen dieses Sterns zu unserer Erde, so müßte schon sein milder, ruhiger Schein, der an das Licht des Mondes erinnert, gegenüber dem unruhigen Funkeln, den demantartigen Strahlenblitzen der Fixsterne, Ihre Aufmerksamkeit erregt haben. Gewiß haben Sie dieses ruhige Licht auch noch an einigen andern Sternen des Himmels beobachtet, und die eigenthümliche, sich stets gleich bleibende Färbung desselben wird Sie noch mehr überzeugt haben, daß Sie es hier mit ganz andern Welten als den in unerreichbarer Ferne funkelnden Fixsternen zu thun haben. Sehen Sie hier den fast grünlichen Schein der Venus, dort oben den sonderbar rothglänzenden Mars, dort den silberhellen Jupiter, dort den düstern, bleichröthlichen Saturn. Betrachten Sie nun vollends diese Sterne durch ein Fernrohr. Während die Fixsterne, wie Sie wissen, trotz aller vergrößernden Kraft des Fernrohrs Ihnen immer nur als unmeßbar feine Lichtpunkte erscheinen, ja sogar, da das Fernrohr sie der blendenden Strahlen entkleidet, in stärker vergrößernden Fernröhren noch verkleinert zu werden scheinen, erblicken Sie hier wirkliche Scheiben, die sich gleich irdischen Gegenständen mit der Zunahme der Vergrößerung auch wirklich vergrößert zeigen.

Folgen Sie nun aber auch dem Laufe eines solchen Sterns am Himmel! Sie werden ohne Schwierigkeit erkennen, daß er die Sterne, welche ihn anfänglich zu begleiten scheinen, bald verläßt. Sie werden sogar finden, wenn Sie von Tag zu Tag den Ort dieses Sterns genau verzeichnen, daß er sich mit sehr ungleichen Geschwindigkeiten bewegt, daß er zu gewissen Zeiten still zu stehen

Digitized by Google

scheint, daß er in Bezug auf die Sterne sich bald von Westen nach Osten, bald von Osten nach Westen, oder bald rechtläufig, bald rückläufig, wie man sagt, bewegt. Verzeichnen Sie nun, wie ich es Ihnen beim scheinbaren Laufe der Sonne oder des Mondes rieth, auch die täglichen Oerter eines solchen Sterns auf eine Himmelskarte, so werden Sie finden, daß die Linie, welche diese Oerter verbindet, und welche die Bahn des Sterns am Himmel bezeichnet, keineswegs eine solche stetige krumme Linie, etwa ein größter Kreis wie bei Sonne und Mond, sondern eine Linie von außerordentlich verwickelter Form ist, die durchaus in keinem sichtlichen Zusammenhange mit den Stellungen der Fixsterne steht, auf welche Sie etwa die Bewegung des Sterns beziehen möchten. Es wird Ihnen scheinen, als ob Sie es hier mit einer völlig regellosen Wanderung durch die Sterne zu thun hätten, und wenn Sie mehrere dieser irrenden Sterne vergleichen, so werden Sie sogar finden, daß einige innerhalb eines Jahres mehr als einen ganzen Umlauf um die Himmelskugel machen, während andere nur mehr oder weniger beschränkte Bogen durchlaufen. Dieser Umstand, diese regellose Form der Bahn ist es namentlich, welche die Alten zu der Benennung von Planeten, d. h. Wandelsternen oder Irrsternen, veranlaßte.

Aus allen diesen Erscheinungen werden Sie sich überzeugen, daß diese Planeten in der That nicht mit den übrigen Sternen zusammengestellt werden können, daß man sie vielmehr mit der Sonne in Beziehung zu setzen suchen muß. Dafür spricht schon die Erfahrung, daß ihre Bahnen sich nie weit von der Bahn der Sonne entfernen, und daß der ganze Lauf der meisten Planeten innerhalb enger Grenzen von je 8^0 zu beiden Seiten der Ekliptik eingeschlossen ist. Dieser Gürtel des Himmels ist es, den man im weiteren Sinne den Thierkreis oder den Zodiacus nennt, und seine Bedeutung war schon den Alten nicht unbekannt. Sie waren es auch, welche die noch heute in allen Kalendern bestehende Eintheilung desselben in 12 Zeichen einführten, für welche sie die Namen von den Sternbildern entlehnten, welche sie einschlossen. Den Anfangspunkt für diese Eintheilung bildete, wie noch heute, der Frühlingspunkt. Wir wissen nun aber bereits, daß dieser Frühlingspunkt in Folge jener Erscheinung, die wir als das Vorrücken der Nachtgleichen bezeichneten, in einer beständigen rückschreitenden Bewegung auf der Ekliptik begriffen ist, daß er nicht mehr, wie zu den Zeiten Hipparchs, im Sternbild des Widders liegt, sondern um mehr als 27^0 fast zur Mitte des Sternbilds der Fische fortgerückt ist. Sie werden begreifen, daß damit auch die Lage sämmtlicher Zeichen eine andere geworden ist, daß ihre Namen also in keiner Beziehung mehr zu den Sternbildern stehen, deren Stellen sie einnehmen. Halten Sie also fest, daß unter den Zeichen des Thierkreises gegenwärtig nichts als eine geometrische Eintheilung desselben zu verstehen ist, deren jeder Theil 30 Grade umfaßt, und ich kann hinzufügen, daß die eigentliche Astronomie sich ihrer als veraltet und unwissenschaftlich längst entledigt hat, und daß sie fast allein noch dienen, unsern Kalendern einen gewissen alt-ehrwürdigen Schein zu verleihen.

Wenn Sie sich die Mühe nehmen wollten, einen dieser Planeten einmal einige Monate hindurch in seinem Laufe am Himmel zu verfolgen, oder, da ich

Digitized by Google

Ihnen dies kaum zumuthen darf, wenn Sie einen Blick auf eine Karte werfen wollen, auf welcher nach astronomischer Beobachtung der Lauf eines Planeten verzeichnet ist, so werden Sie bemerken, daß der Planet nicht immer dieselbe Stellung zur Sonne behält, daß er sich bald von ihr entfernt, bald ihr nähert, daß er bald östlich, bald westlich von ihr steht. Sie würden ferner bemerken, wenn Sie sich etwa die Venus oder den Merkur zur Beobachtung gewählt hätten, daß diese Planeten sich nie sehr weit von der Sonne entfernen, daß sie gewisse Grenzen innehalten und, sobald sie diese erreicht haben, sofort zur Sonne zurückzukehren anfangen. Bei andern Planeten würden Sie freilich nichts von solchen Grenzen der Entfernung sehen, würden sie bisweilen sogar in solchen Abständen von der Sonne finden, daß sie gerade den der Sonne entgegengesetzten Punkt des Himmels einnehmen. Ich kann Ihnen jetzt schon sagen, daß man nach diesen Eigenheiten die Planeten wirklich in zwei Gruppen scheidet, daß man die ersteren untere, die letzteren obere Planeten nennt; die eigentliche Bewandtniß aber, die es damit hat, wird Ihnen erst später ganz klar werden.

Der scheinbare Lauf der Venus vom 1. Mai bis 31. Oct. 1852.

Für jetzt wollen wir nur den Lauf eines Planeten und zwar der Venus, also eines untern Planeten, ins Auge fassen. Gesetzt, Sie hätten eines Abends kurz nach Sonnenuntergang die Venus am Horizonte aufgesucht, und Sie hätten sie gar nicht weit von jenem Punkte gefunden, wo die Sonne so eben verschwunden war. Sie wird Ihnen nicht lange sichtbar gewesen sein; denn die allgemeine Bewegung des Himmels hat auch sie bald mit ihren Nachbargestirnen zum Horizont hinabgeführt. An den folgenden Tagen würden Sie die Venus zur selben Stunde zwar noch in derselben Gegend des Himmels sehen, aber sie würde sich Ihnen mehr und mehr von jenem Punkte des Sonnenuntergangs zu entfernen und sich immer später zum eigenen Untergange zu bereiten scheinen. Nach Verlauf einiger Zeit würde es Ihnen aber dünken, als ob keine solche Zunahme in der Entfernung des Planeten von der Sonne mehr stattfinde, als ob er viel-

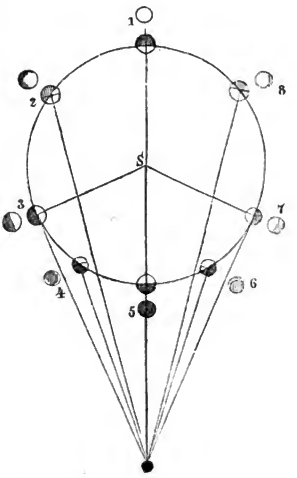
Digitized by Google

mehr am Sternhimmel völlig still stehe. Noch später würden Sie es sich sogar nicht mehr verschweigen können, daß er eine entgegengesetzte Bewegung angenommen hat, daß er sich dem Sonnenuntergangspunkte wieder merklich nähert, also in Bezug auf die Bewegung der Sterne geradezu rückwärts schreitet, wie der Astronom sagt, rückläufig geworden ist. Endlich würde sogar ein Zeitpunkt eintreten, wo die Venus in eine solche Nähe zur Sonne gekommen ist, daß Sie sie trotz ihres so strahlenden Glanzes nicht mehr erblicken können, und wenn Sie auch warten wollten, bis das Licht der Dämmerung, das sie Ihnen vielleicht zu entziehen scheint, verblichen ist; sie ist längst in die Strahlen der untergehenden Sonne gehüllt unter den Horizont getaucht. Aber nicht lange würde es dauern, und Sie würden sie wieder beobachten können, jedoch nicht mehr im Osten, sondern im Westen der Sonne, und Sie würden darum früh am Morgen vor Sonnenaufgang sich erheben müssen, um sie am dämmernden Horizonte auftauchen zu sehen. Auch jetzt würden Sie dieselbe von Tage zu Tage weiter von dem Sonnenaufgangspunkte sich entfernen, immer früher kommen, immer höher am Himmel aufsteigen sehen, bis sie Ihnen abermals still zu stehen und endlich ihre rückläufige Bewegung unter den Sternen, ihre abermalige Annäherung zur Sonne anzutreten schiene. Wieder würde sie Ihnen dann in den Strahlen der aufgehenden Sonne auf mehrere Tage entschwinden, um von Neuem am abendlichen Himmel im Dämmerlicht der untergehenden Sonne zu erscheinen. Der ganze Lauf des Planeten würde Ihnen also wie ein stetes Hin- und Herschwanken zu beiden Seiten der Sonnenbahn vorkommen.

Fassen Sie aber nun diese Erscheinung im Ganzen ins Auge und versuchen Sie daraus einen Schluß auf die wirkliche Bewegung des Planeten zu ziehen, so werden Sie nothwendig zu der Vermuthung kommen, daß sich der Planet in einer Bahn um die Sonne bewegt, welche von dieser gleichsam bei ihrer scheinbaren Bewegung um die Erde mit sich fortgeführt wird. Eine Bestätigung dieses Schlusses würden Sie gefunden haben, wenn Sie einige Aufmerksamkeit auf die verschiedenen Lichtgestalten verwendet hätten, welche der Planet Ihnen im Laufe Ihrer Beobachtungen darbot. Sie würden ihn nur zu der Zeit, wo er in gleicher Richtung mit der Sonne stand, als voll erleuchtete Scheibe, zur Zeit seiner größten östlichen oder westlichen Abweichung nur als halb erleuchtete Scheibe gesehen haben, die sogar weiter allmälig in eine schmale Sichel überging. Ich will Ihnen zur Verdeutlichung die Vorstellung, welche Sie dadurch vom Laufe eines solchen Planeten erhalten werden, geradezu bildlich darstellen. Denken Sie sich die Sonne in S, sich selbst und die Erde in T, den Planeten aber zunächst in jener Stellung (1) jenseits der Sonne, die man als seine obere Conjunction mit der Sonne bezeichnet. Er wird Ihnen dann offenbar seine ganze erleuchtete Scheibe zuwenden. Indem er sich aber weiter ostwärts entfernt, nimmt die Größe der Erleuchtung ab, und wenn er seinen größten Abstand (in 3) erreicht hat, zeigt sich nur noch die Hälfte der Scheibe erleuchtet. Jetzt beginnt die rückläufige Bewegung des Planeten, seine Scheibe schwindet zur Sichel, und er tritt endlich (in 5) in seine untere Conjunction. In dieser Stellung des Planeten kann sich

Digitized by Google

eine Erscheinung ereignen, die sich ganz mit jenen Verfinsterungen der Sonnenscheibe durch den Mond, von denen vorhin die Rede war, vergleichen läßt. Auch die Bedingung für den Eintritt der Erscheinung ist dieselbe wie dort, der Planet muß in der Ebene der Ekliptik sich befinden. Allerdings fehlt ihr jene Großartigkeit; der Planet zeigt sich nur als ein kleiner schwarzer Fleck auf der Sonnenscheibe, der aber doch nicht mit den dieser Scheibe eigenthümlichen Flecken verwechselt werden kann, schon um seiner genauen Kreisform willen, noch mehr wegen der gleichförmigen Bewegung, mit welcher er vor der Sonnenscheibe vorübergeht. Daß diese Planetendurchgänge nicht vor der Entdeckung der Fernröhre beobachtet werden konnten, versteht sich wol von selbst; daß sie übrigens ziemlich seltene Erscheinungen sind, da im Mittel allerdings 10—12 Merkurdurchgänge, aber nie mehr als 2 Venusdurchgänge sich in einem Jahrhundert ereignen, und von welcher Wichtigkeit ihre Beobachtung endlich für die astronomische Forschung geworden ist, darüber werden Sie erst später zu einer klaren Einsicht kommen, wenn Ihnen die Bahnen und die Gesetze der Planetenbewegung genauer bekannt geworden sind. Daß sie eben so scharf und sicher vorausberechnet werden können, wird Ihnen schon jetzt nicht mehr unbegreiflich scheinen. Ich würde Sie gern einladen, den nächsten dieser unserm Jahrhundert bevorstehenden Erscheinungen Ihre Aufmerksamkeit zuzuwenden, wenn ich Sie nicht zugleich auffordern müßte, sich zu diesem Zwecke zu unsern Antipoden zu begeben, da die Sonne während des Verlaufs dieser Erscheinungen nicht über unserm Horizonte stehen wird. Die nächsten beiden Merkurdurchgänge werden nämlich stattfinden am 12. Nov. 1861 Abends 7 Uhr 20 Min. und am 5. Nov. 1868 Morgens 5 U. 16 Min.; der nächste Venusdurchgang aber ereignet sich am 9. Dec. 1874 Morgens 7 Uhr 52 Min. Wenn ich damit auch nur die Mitte des Ereignisses bezeichnet habe, und dieses sich bisweilen auf 6—7 Stunden ausdehnt, so sehen Sie doch, daß immer nur ein kleiner Theil desselben für uns Bewohner des Nordens sichtbar werden kann.



Bewegung eines untern Planeten um die Sonne, von der Erde aus gesehen.

Sie werden sich selbst aus meinen Bildern den weitern Verlauf eines Planeten in seiner Bewegung um die Sonne verdeutlichen können, wie er nach seiner untern

Digitized by Google

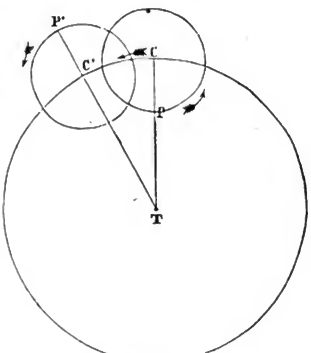
Conjunction, noch immer rückläufig, weiter und weiter westlich abweicht, endlich still zu stehen scheint, dann rechtläufig sich der Sonne nähert, bis er mit ihr wieder die obere Conjunction erreicht, und wie dabei beständig wachsend seine Sichelgestalt allmälig zur vollen Scheibe sich ausdehnt. Aber wir haben bisher nur einen der unteren Planeten im Auge gehabt. Anders werden sich die Erscheinungen bei den oberen Planeten gestalten. Auch sie werden uns allerdings zu gewissen Zeiten, wo die Sonne sie verbirgt, also zur Zeit ihrer obern Conjunction unsichtbar werden. Auch sie werden uns einen steten Wechsel von rechtläufiger und rückläufiger Bewegung, werden uns Stillstände zeigen; aber sie werden sich zugleich soweit nach Osten und Westen von der Sonne entfernen, daß sie zu gewissen Zeiten geradezu am entgegengesetzten Orte des Himmels, also, wie der Astronom sagt, in Opposition mit ihr stehen. Zugleich werden sie uns, mit Ausnahme eines einzigen, keinen merklichen Lichtwechsel zeigen und am allerwenigsten jemals vor der Sonnenscheibe vorübergehen. Wir können also aus diesen Thatsachen wohl schließen, daß die Sonne bei der Bewegung der oberen Planeten eine ebenso wichtige Rolle wie bei jener der unteren spielt, aber wir werden zugleich zu der Annahme gezwungen, daß sie sich in Bahnen um die Sonne bewegen müssen, deren Halbmesser beträchtlich größer sind als die Entfernung der Erde von der Sonne, also in Bahnen, die unsere Erdbahn umschließen. Ohne diese Annahme wären wir ja gar nicht einmal im Stande zu erklären, daß diese Planeten, mit Ausnahme der Zeiten ihrer Conjunction, uns zu allen Zeiten am Himmel sichtbar sind.

Welches Kopfzerbrechen diese scheinbaren Bewegungen der Planeten, wie sie von der Erde aus beobachtet werden, durch ihre Unregelmäßigkeiten, besonders durch die Stillstände und Rückläufe den Alten verursacht haben müssen, können Sie sich vorstellen. Dichter und Philosophen fanden hier ein freies Feld für ihre Phantasie, und wie kühn sie dieser die Zügel schießen ließen, davon liefert der große Lehrmeister der Baukunst, Vitruv, einen Beweis. „Wenn die Planeten", sagt er, „welche oberhalb der Sonne ihren Lauf haben, mit ihr im Gedrittschein stehen, d. h. ihre größte Ausweichung erreicht haben, so schreiten sie nicht weiter vor, sondern stehen still oder weichen selbst zurück. Einige glauben, es geschehe darum, weil die Sonne dann weit von ihnen entfernt sei und ihnen nur wenig Licht zusende, so daß sie ihren Weg in der Finsterniß nicht finden könnten." Vitruv selbst verwirft diese Erklärung als eine gar zu abenteuerliche, aber nur, um eine nicht minder seltsame an die Stelle zu setzen. Er hält sich an die Worte des Dichters Euripides, „daß das von der Sonne Entferntere viel stärker erhitzt werde, und das ihr Nähere nur eine mäßige Wärme besitze", und meint, daß, wie die Kälte auf den Gipfeln hoher Berge von der Nähe der Sonne herrühre, so die langsamere Bewegung der Planeten in der größern Entfernung von der Sonne von einer kräftigern Wirkung der Sonnenwärme, von einer größern Anziehung herrühre. Die Astronomen des Alterthums hielten sich freilich von solchen Abenteuerlichkeiten fern, aber auch sie wußten die Lösung dieser schwierigen Aufgabe nicht anders zu finden als mit Hülfe einer Hypothese,

Digitized by Google

welche zwar eine Erklärung gewährte, aber doch mit den einfachsten und klarsten Grundsätzen aller Mechanik im offensten Widerspruch stand. Es war dies die berühmte Theorie der Epicykeln.

Nach ihrer philosophischen Ueberzeugung, daß die gleichförmige Bewegung die regelmäßigste und allein naturgemäße und der Kreis die vollkommenste und vornehmste aller krummen Linien sei, glaubten die Alten, daß auch alle planetarischen Bewegungen gleichförmig in Kreisen erfolgen müßten. Um nun die Unregelmäßigkeiten, die Stillstände und den Wechsel recht- und rückläufiger Bewegungen zu erklären, ließen sie den Planeten nicht unmittelbar einen Kreis um die Erde beschreiben, sondern nahmen für seine Bahn einen zweiten kleinern Kreis auf dem Umfange des ersten an, der von dem Planeten durchlaufen würde, während sein Mittelpunkt zugleich sich gleichförmig auf dem Umfange des ersten Kreises fortbewege. Sie werden leicht begreifen, daß auf diese Weise der Lauf eines Planeten, von der Erde gesehen, sich aus zwei Bewegungen zusammensetzt, daß seine fortschreitende Bewegung, die durch die Bewegung des Mittelpunkts des Epicykels dargestellt wird, durch die Bewegung des Planeten selbst im Umkreise des Epicykels bald verstärkt, bald verringert oder sogar aufgehoben werden muß.



Die Epicykeln.

Daß diese Hypothese in der That hinreicht, um die meisten Ungleichheiten in der Planetenbewegung zu erklären, daß sie sogar bei einer genügenden Vervielfältigung der Epicykeln im Stande ist, alle Ungleichheiten in der Winkelbewegung der Planeten darzustellen, ist nicht zu leugnen. So sinnreich sie aber auch ist, so vermag sie doch vor dem Richterstuhl der Mechanik nicht zu bestehen, da es unbegreiflich bleiben muß, wie ein Körper sich um einen ideellen Punkt und nun gar dieser ideelle Punkt um einen Körper bewegen soll. Völlig erschüttert wird die Hypothese aber erst dadurch, daß sie nicht im Stande ist, auch die Aenderungen in der Entfernung der Planeten, die auffallenden Unterschiede in der scheinbaren Größe ihrer Scheiben zu verschiedenen Zeiten ihres Laufs zu erklären. Von diesen Aenderungen hatte das Alterthum freilich noch keine rechte Vorstellung. Erst unsern Tagen ist es vorbehalten worden, sie durch mikrometrische Messungen genau festzustellen. Wie groß aber diese Unterschiede werden können, dafür will ich Ihnen ein Beispiel von der Venus entlehnen, die sich freilich mehr als jeder andere Planet der Erde zu nähern vermag. Der scheinbare Durchmesser der Venusscheibe schwankt nämlich zwischen $9^1/_2$ und 62 Secunden.

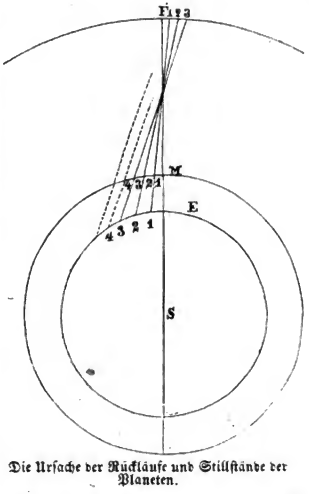
Digitized by Google

Wir nähern uns dem Schlusse unserer Betrachtung, der einfachen Lösung jener scheinbaren Verwirrung, die uns im Laufe der Planeten am Himmel entgegentrat. Sie wissen bereits, daß das einfachste Mittel, die scheinbare Verwicklung einer Bewegung zu entwirren, darin besteht, daß wir einen andern Ort für unsere Beobachtung wählen und zusehen, ob nicht dadurch Ordnung an die Stelle des Regellosen und Willkürlichen tritt. Wo anders aber sollten wir unsern Beobachtungsort für die Planetenbewegung wählen, als im Mittelpunkt der Sonne, deren nahe Beziehungen zu ihr uns bereits so vielfach entgegentraten. Das heißt keineswegs so Unmögliches gefordert, als es scheint. Man kann sich sehr leicht ein Bild von den Bewegungen eines Planeten am Himmel verschaffen, wie sie einem im Mittelpunkt der Sonne befindlichen Beobachter sich darstellen müssen. Derselbe Fixstern, welcher den Ort eines Planeten zur Zeit seiner Opposition für den irdischen Beobachter bezeichnet, muß ihn auch für den Beobachter auf der Sonne bezeichnen, da zu dieser Zeit ja eine gerade Linie die Sonne, Erde und Planeten mit einander verbindet. Dasselbe wird in jeder Conjunction stattfinden. Beobachtet man also von Opposition zu Opposition und von Conjunction zu Conjunction diese Planetenörter und verbindet man dieselben endlich unter einander, so erhält man den ganzen Umlauf des Planeten, wie er sich für den Mittelpunkt der Sonne darstellt. Man wird finden, daß diese Bahn die Form eines Kreises hat, und daß die Bewegung des Planeten in ihr unberührt von allen jenen Unregelmäßigkeiten der Stillstände und Rückläufe ist; nur ganz gleichförmig wird sie nicht sein. In der Zwischenzeit zwischen zwei Zusammenkünften des Planeten mit der Sonne wird es nun offenbar einen Zeitpunkt geben, wo Erde und Planet einen rechten Winkel mit der Sonne bilden. Zu dieser Zeit wird man aber sehr leicht aus dem Winkel, welchen der Ort der Sonne mit dem Ort des Planeten am Himmel für den irdischen Beobachter einschließt, mittelst eines einfachen geometrischen Verfahrens das Verhältniß zwischen den Entfernungen der Erde von der Sonne und des Planeten von der Sonne berechnen können. Sie sehen also, daß man im Stande ist, von der ganzen Bahn eines Planeten um die Sonne in allen ihren Einzelnheiten eine genaue Zeichnung zu entwerfen, und das Endresultat würde sein, daß diese Bahn auch nicht ein Kreis, sondern eine der Erdbahn ähnliche Ellipse ist.

Sie werden mit dieser letzten Entscheidung freilich nicht zufrieden sein. Sie werden verlangen, daß, wenn denn durchaus jene sonderbaren Unregelmäßigkeiten, die Stillstände und Rückläufe der Planeten, in Wirklichkeit nicht stattfinden, daß, wenn sie durchaus nichts als die Wirkung eines Scheins, einer Täuschung, veranlaßt durch die Beweglichkeit des eigenen Standpunkts, sein sollen, doch auch eine Erklärung dafür gegeben werde, wie und durch welche besondere Verhältnisse diese Täuschung erzeugt werde. Auch das soll in aller Kürze noch geschehen. Bei dem Versuche, die Bahnen der verschiedenen Planeten vom Mittelpunkte der Sonne aus zu bestimmen, würden Sie gefunden haben, daß diese Bahnen in sehr verschiedenen Abständen von der Sonne liegen, daß sie von den Planeten in verschiedenen Zeiträumen und also auch mit verschiede-

Digitized by Google

ner Geschwindigkeit durchlaufen werden. Im Allgemeinen würden Sie erkennen, daß die Geschwindigkeit eines Planeten um so größer ist, je näher er der Sonne steht. Denken Sie sich nun einfach einen solchen Planeten M, also etwa den Mars, zur Zeit seiner Opposition mit der Sonne seinen Lauf von West nach Ost antretend und in gleichen Zeiträumen nach einander die Stellungen 1, 2, 3 einnehmend, so wird die Erde E vermöge ihrer größern Geschwindigkeit in den gleichen Zeiträumen in die weiter auseinander stehenden Orte 1, 2, 3 eingerückt sein. Wollen Sie sich also Gesichtslinien von den Orten der Erde zu den wirklichen Orten des Planeten ziehen, so werden diese offenbar Sterne am Himmel treffen, die rechts von dem Stern F stehen, welcher den Ort des Planeten zur Zeit seiner Opposition bezeichnete, und der Planet wird sich scheinbar nach rechts, also nach Westen, bewegen. Erst wenn die stärkere Krümmung der Erdbahn sich geltend macht und die Bewegung der Erde eine immer schrägere Richtung gegen die Gesichtslinie annimmt, wird diese Täuschung aufhören. Es wird dann ein Zeitpunkt eintreten, wo die Gesichtslinien einander parallel werden, also mehrere Tage lang denselben Stern treffen, und der Planet wird dann, obwol er beständig vorgerückt ist, unbeweglich still zu stehen scheinen.



Die Ursache der Rückläufe und Stillstände der Planeten.

So haben denn die Erscheinungen der Stillstände und Rückläufe in der Planetenbewegung ihre einfache Lösung in der Thatsache gefunden, daß die Erde ein Planet wie jeder andere ist; sie haben, richtig erkannt und gedeutet, einen der sichersten Beweise für das tägliche Fortrücken unsers Erdkörpers geliefert. Was wir aber für unsere Wanderung gewonnen haben, ist mehr. Wir haben uns durch die Betrachtung der scheinbaren Planetenläufe eine weite, reiche Welt in nächster Nähe eröffnet. Denn was diesseits des ewigen Fixsternhimmels wandelt, ist nah, ist ein Glied der nächsten Heimat, die wir zu betreten haben. Was in seinen Bewegungen noch so deutliche Spuren unserer eigenen Ortsveränderung trägt, was zum Theil selbst gleich dem Schatten unserer Erde verdunkelnd vor der Sonnenscheibe vorüberzieht, das kann nicht in unerreichbarer Ferne schweben; was von den Strahlen unserer Sonne seine Beleuchtung empfängt, was selbst gleich unserm Monde seine wechselnden Lichtgestalten, seinen Tag und seine Nacht hat, das kann auch in seiner Natur nichts Fremdartiges und

Digitized by Google

Unbegreifliches darbieten. So laſſen Sie uns denn unſere Wanderung zu jenen nachbarlichen, verwandten Welten antreten! Sehen Sie, in vollem Glanze ſtrahlt wieder der Mond zu uns hernieder; der Schatten, der ihn trübte, iſt gewichen; ungehemmt eilen ſie herüber, die zarten Wellen, die Träger des Lichts, jenes raſtloſen Boten zwiſchen Himmel und Erde. Wohlan, ſchwingen Sie ſich auf ihren Rücken! Nur einen Augenblick und Sie werden ſchauen, nicht Gebilde, wie ſie die Phantaſie dort oben geträumt, ſondern wie ſie dem leiblichen Auge durch das Licht der Wiſſenſchaft erſchloſſen worden ſind. Die Erde ſchwindet unter unſern Füßen, Nacht umfängt uns, aber nur für einen Augenblick — ſchon faſſen wir feſten Fuß. Eine fremde Landſchaft umfängt Sie — eine Mondlandſchaft!

Jetzt aber ruhen Sie von Ihrer Reiſe! Schauen Sie ſich nicht um in dieſem blendenden Tagesglanze! Bald wird die Nacht hereinbrechen, und am frühen Morgen will ich Sie wieder wach rufen, und Sie ſollen ein Schauſpiel genießen, wunderbar großartig, wie es Ihnen nie eine irdiſche Stätte zu bieten vermochte.

Digitized by Google

Ein Ringgebirge auf dem Monde.

Zweites Kapitel.

Der Mond.

Dunkle Nacht umfängt uns. In wunderbarer Reinheit breitet sich der Sternenhimmel über uns aus; kein Wölkchen trübt ihn; wie Demanten funkeln auf tief schwarzem Sammet die Sterne. Gerade im Zenith leuchtet in unbeweglicher Ruhe eine mächtige, die uns bekannte Mondscheibe dreizehnmal an Größe übertreffende Scheibe, deren eine Hälfte einen düstern aschgrauen Schimmer, die andere einen silbernen Glanz aussendet, der sich gegen die Mitte hin zum blendenden Weiß steigert. Von dem Glanze dieser Scheibe erleuchtet, breitet sich unter uns eine schattenlose Landschaft aus. Deutlich erkennen wir die zerrissenen Wände eines riesigen Gebirgswalles, der uns rings umschließt; deutlich erblicken wir auf dem Grunde der kraterförmigen Vertiefung, aus welcher sich der Bergkegel, auf dem wir uns befinden, erhebt, jeden Hügel und jede Spalte.

Die Nacht neigt sich ihrem Ende zu. Das verkündet uns der Glanz der am Morgenhimmel auftauchenden Venus. Kein anderes gewohntes Anzeichen freilich läßt uns den nahen Anbruch des Tages erwarten, kein Erbleichen der Sterne, kein vom Morgenlicht rosig umsäumtes Wölkchen über den nahen Bergen. Da erscheinen plötzlich im Westen kleine blendendhelle Lichtfunken, die sich schnell vergrößern und zu schmalen, wellenförmigen Lichtsäumen zusammenschießen. Wir erkennen sie bald als die höchsten Gipfel des westlichen Gebirgswalles, die von den ersten Strahlen des uns noch verborgenen Sonnenrandes getroffen werden. Unter uns ist nun eine tiefschwarze Nacht hereingebrochen, und vergeblich bemühen wir uns noch den Fuß jener Gebirgswand zu erkennen, deren oberer, grell beleuchteter Rand gleichsam am schwarzen, sternbesäeten Himmel zu schweben scheint. Endlich taucht über den Bergen im Osten, wo wir längst einen seltsamen weißen, pyramidal aufsteigenden Schein gewahren konnten, ein schmaler weißer Lichtsaum auf, dem bald in blendender, strahlenloser Pracht die Sonnenscheibe selbst folgt.

Digitized by Google

Die Physiognomie der Landschaft hat sich jetzt völlig verändert. Es ist heller Tag auf unserm Berggipfel geworden, und sein langer spitzer Schatten zeichnet sich schroff an der erleuchteten Terrasse des westlichen Gebirgswalles ab. Ueber uns glänzen noch immer am schwarzen Himmelszelte die Sterne, und am Zenith schwebt noch immer, wie festgeheftet, die Riesenscheibe, deren leuchtender Theil jetzt aber die Gestalt einer Sichel angenommen hat. Unter uns in der Tiefe herrscht undurchdringliche Nacht. Selbst der nahe Gebirgswall im Osten hat sich unsern Blicken wieder gänzlich entzogen. Dieser Contrast zwischen der blendenden Lichtfülle oben und der schwarzen Finsterniß unten erfüllt uns mit unheimlicher Bangigkeit. Es dünkt uns fast, als schwebe dieser hell erleuchtete Berggipfel, auf dem wir stehen, frei im dunkeln Raume. Aber allmälig entwickeln sich auch die Einzelnheiten der Landschaft mehr. Namentlich gegen Westen zeigen sich die ganzen Terrassen des Gebirges deutlich erhellt, und wir erblicken an ihrem Fuße zahlreiche kleine Krater und glänzende Hügel. Nur soweit die meilenlange finstere Kegelgestalt des Schattens reicht, welchen unser Berg nach Westen wirft, und in den tiefen schmalen Thalschluchten und Spalten herrscht schwarze Finsterniß.

Nicht wahr, meine Freunde, welch ein seltsamer Morgen! Wie durch Zauberschlag brach er plötzlich herein. Keinen thierischen Laut erweckte der neue Tag, keinen Windeshauch, kein Säuseln der Blätter. Kein Vogel stieg zu dem schwarzen Himmel auf; keine Blume am öden Boden öffnete ihr sinniges Auge dem Morgenlicht. Alles stumm und farblos! Vergebens sehnt sich das Auge nach einem Schmucke der Landschaft, nach blauen Seeflächen oder grünen Wäldern und Wiesen, nach rauschenden Wasserstürzen oder schneebedeckten Berghäuptern, selbst nach Wolken und Wolkenschatten.

Entsetzen Sie sich nicht, meine Freunde! Diese Landschaft gehört der Erde nicht an. Sie haben Ihre gestrige Reise vergessen, Sie sind auf einem Mondberge erwacht. Schauen Sie sich jetzt noch einmal um, und Sie werden Alles erklärlich finden. Das plötzliche Hereinbrechen des Tages, das Funkeln der Sterne am Tageshimmel, die Schwärze und Schärfe der Schatten, der Mangel an Tönen und Farben, wenigstens für Ihre Organe, — das Alles ist nur die Folge davon, daß es hier auf dem Monde an einer nach irdischen Begriffen irgend wie wahrnehmbaren Atmosphäre fehlt. Der weiße pyramidale Schein, welchen Sie dem eigentlichen Sonnenaufgang vorangehen sahen, ist das Ihnen in der trüben Atmosphäre Ihrer irdischen Heimat so selten zu sehen vergönnte Zodiakallicht. Die leuchtende Riesenscheibe am Zenith ist die Erde, die Sie verlassen haben, und der blendende Glanz in ihrer Mitte ging von dem ewigen Schnee und Eise ihres Poles aus. Freilich mußte Sie Ihnen festgeheftet erscheinen, weil der Mond ja keine von der Erde unabhängige Rotation besitzt, weil er sich um seine Axe nur dreht, indem er die Erde umkreist und darum auch dieser immer nur dieselbe Seite zuwendet. Sehen Sie, wie die Sterne des Thierkreises langsam an dieser Scheibe vorüberziehen! Hätte ich Sie gestern hierher geführt, — aber bedenken Sie, daß ich von einem Gestern auf dem Monde

Digitized by Google

spreche, und daß dieses Gestern auf Erden bereits volle 3 Wochen hinter uns liegt, — hätte ich Sie also gestern am hellen Mittage auf den Mond geführt, so hätten Sie ein seltsames Schauspiel erleben können, eine totale, stundenlange Sonnenfinsterniß, die stets nur am Mittag in einer solchen Mondlandschaft sich ereignen kann. Sie hätten dann die Sonne am hellen Tage erlöschen und schwarze Nacht den mit zahllosen Sternen besäeten Mittagshimmel verhüllen sehen. Sie hätten dann gesehen, wie nach und nach die Berge im Westen in den finstern Schattenmantel der Erde versanken, bis er die ganze Mondfläche deckte, und nun die mächtige schwarze Erdscheibe sich von dem breiten glänzenden Lichtkranz ihrer Atmosphäre umgeben zeigte, dessen feurige Glut ringsum die Berge mit rothem Schimmer beleuchtete, ähnlich dem Wiederschein eines Nordlichts in irdischer Winterlandschaft!

Sie werden nun Verlangen danach tragen, etwas tiefer in die Naturverhältnisse, wenigstens in die Formenwelt dieses Weltkörpers eingeführt zu werden, und das soll geschehen, sobald Sie sich über die Lage Ihres Standorts auf dem Monde einigermaßen orientirt haben. Das dürfte Ihnen aber nicht schwer fallen, denn Sie haben an dem Stande der Erdscheibe am Himmel einen ziemlich sichern Kompaß, wie Sie die wechselnden Lichtgestalten dieser Scheibe und noch besser die vorüberziehenden Bilder ihrer Land- und Wassermassen recht gut als Uhr gebrauchen können. Der Stand der Erdscheibe am Zenith zeigt Ihnen also an, daß Sie sich nahezu in der Mitte der unserer Erde zugewandten Mondfläche befinden. Der Berg selbst, auf dem Sie stehen, gehört einem jener eigenthümlichen ungeheuren Wallgebirge des Mondes an, die Sie bald näher kennen lernen sollen, und ist der aus der Kratertiefe aufsteigende Centralberg desselben.

Im Anschauen der Mondlandschaft, die sich vor Ihnen ausbreitet, werden Sie ohne Zweifel gestehen, daß die irdischen Begriffe, die Sie sonst mit Landschaften zu verknüpfen gewohnt sind, hier nicht mehr ganz passen. In der irdischen Landschaft nimmt das Gemüth Theil an dem sinnlichen Eindruck, und ernst oder anmuthvoll, erhaben oder furchtbar spiegelt sich das Bild in unserer Seele. Sei es der Reichthum von Thier- und Pflanzenformen oder der Wechsel von Wald und Feld, von Berg und Thal; sei es die dunkle Linie, welche den Himmel vom Meereshorizont scheidet, oder der Glanz eines über der Wolkendecke schwebenden Schneegipfels; sei es die Flammensäule eines Vulkans oder die dunkelblaue Fläche eines Gebirgssees; was es immer sei, das in der irdischen Landschaft unser Auge fesselt: es ist mehr als starre Form, es enthüllt zugleich die Züge eines bedeutungsvollen Lebens. Eine solche physiognomische Betrachtung duldet die Mondlandschaft nicht. Sie kennt nur Formen und Lichtcontraste. Hier schweift das Auge ruhelos über ein wildes, lichtstrahlendes Bergland, und ermüdet von dem Anblick der zahllosen, wild an einander gedrängten kolossalen Krater, eintönig in ihren Formen, ohne Wechsel des Lichts und der Farben, wandert der Blick hinüber zu den dunkeln, zackig begrenzten Flächen, die von weißschimmernden Streifen durchbrochen, von einem blendenden Kranze mächtiger, in schmale

Digitized by Google

nächtige Schatten auslaufender Gebirgsketten umgeben, durch den geheimnißvollen Zauber ihrer Entwicklung aus der Nacht zum Tageslicht den einzigen reizvollen Anblick auf dieser fremdartigen Welt gewähren.

Was für den landschaftlichen Charakter der Erde die Vertheilung von Land und Meer oder von Ebene und Bergland ist, das ist, abgesehen von den farbigen Lebensgewändern, für den Mond die Vertheilung der dunkeln Flächen, die man sonst für Meere hielt, und die darum noch heute als Meere bezeichnet werden, und des sie ringsum scharf begrenzenden hellen Berg- und Hügellandes. Schon wenn Sie mit unbewaffnetem Auge zur Zeit des Vollmondes zu dieser Scheibe aufschauten, war es diese Vertheilung, welche den Eindruck bedingte. Die dunkelgrauen, oft eigenthümlich grün oder braun schimmernden großen Flachländer des Mondes sind vorzugsweise über seine nördliche Hälfte verbreitet. Unebenheiten treten zwar auch in ihnen hervor, aber doch nur vereinzelt und selten und niemals in kolossalen Dimensionen; namentlich erscheinen sie als wurmförmig gewundene, oft kaum 60, nie über 1000 Fuß hohe graue Bergadern, beulenförmige Auftreibungen, muldenförmige Vertiefungen, kleine Krater, isolirt aufsteigende glänzende Bergkegel, grabenförmig vertiefte sogenannte Rillen und kleine Hügelgruppen. Auch eigenthümliche Lichtstreifen, die von den Wällen mächtiger Ringgebirge ausgehen, durchziehen diese Ebene, ohne aber durch irgend eine Spur einer Bodenerhöhung die Ursache ihres Lichtglanzes anzudeuten. Man hat in diesen Meeren, gegen welche die Mondgebirge stets in abschreckender Schroffheit abstürzen, wie Sie wahrscheinlich in manchem astronomischen Buche schon gelesen haben, Trümmer einer uralten Oberfläche des Mondes zu erblicken geglaubt, welche später durch innere Gewalten zertrümmert und zum großen Theile von heraufbrechenden helleren Massen überdeckt wurden. Ich werde Ihnen später zeigen, daß diese Ansicht nicht so ganz grundlos ist, und daß die Astronomen, die durch das Fernrohr in der Urgeschichte des Mondes zu lesen versuchten, nicht immer ganz unglücklich gewesen sind.

Aber wir müssen noch weiter in der Zerlegung unserer Mondlandschaft vorgehen. Die Vertheilung der Unebenheiten ist es nicht allein, welche ihren Charakter bestimmt, auch die Beleuchtung hat einen Theil daran. Ganz anders erscheint sie im vollen Lichte der hochstehenden Sonne, ganz anders in den schiefen Strahlen der auf- oder untergehenden. Zur Zeit des Vollmonds sind es jene großen dunkeln Flächen, welche den Haupteindruck bewirken, daneben die Radien gleich von einzelnen Ringgebirgen auslaufenden schmalen Lichtstreifen. Das eigentliche Detail aber, die Tausende von Hügeln, Bergen und Kratern, die zur Zeit der Mondphasen den Beobachter mit Erstaunen erfüllen, sind in dem Anblick des Vollmonds, des mittäglich erleuchteten Mondes, spurlos verschwunden. Will also der Astronom eine Karte des Mondes zeichnen, so darf er nicht die Zeit des Vollmonds wählen, sondern er muß für jede einzelne Mondgegend den Zeitpunkt abwarten, wo die Sonne nur eine geringe Höhe über dem Horizonte hat und die höchste Schärfe der Profile hervortritt.

Digitized by Google

Ein Stück der Mondsichel.

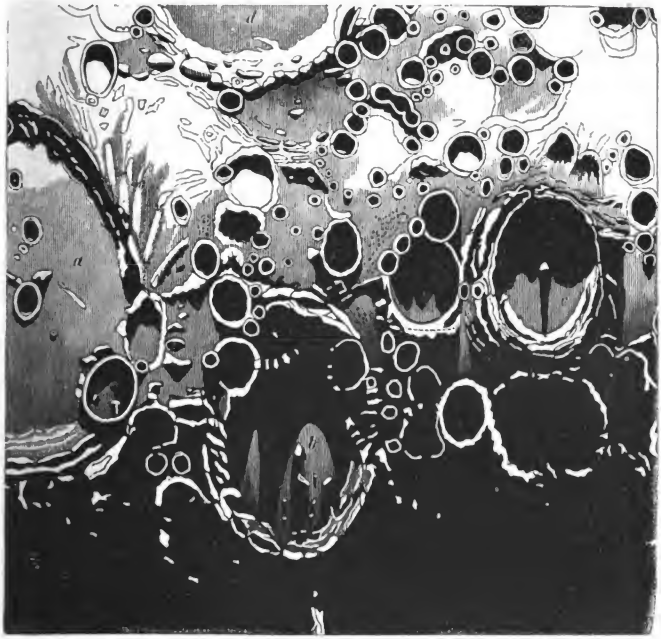
Digitized by Google

Eine solche Zeit der deutlichsten Sichtbarkeit tritt für jede Mondlandschaft zweimal innerhalb eines Monats, d. h. eines Tages auf dem Monde ein, einmal am Mondmorgen, bei zunehmendem, das andere Mal am Mondabend, bei abnehmendem Monde, für flache Hügelländer mit dem Sonnenauf- und Untergang selbst, für Hochgebirgsland und Kraterlandschaften bei einer Sonnenhöhe von 3—11 Grad. Hart an der Lichtgrenze des zu- oder abnehmenden Mondes mit einem Worte müssen die Mondlandschaften betrachtet werden, wenn sie gezeichnet werden sollen; denn diese Lichtgrenze bezeichnet die Orte, von denen man auf dem Monde selbst den Auf- oder Untergang der Sonne erblickt. Die langen schwarzen Schatten, welche die Gebirge dann werfen und die sich oft haarscharf von den beleuchteten Flächen abheben, sind es, welche das Profil der Landschaft in überraschender Deutlichkeit erkennen lassen. Die schmalen Goldsäume erleuchteter Wälle rings um die schwarze Nacht der Kratertiefen und Wallebenen, die Sternen gleich mitten aus der Finsterniß aufblitzenden Gipfel der Centralberge, sie gehören zu den prachtvollsten Scenen des Mondes, welche selbst dem irdischen Beobachter zu schauen vergönnt sind. Mit dem Steigen der Sonne schwindet allmälig diese Pracht; die Schatten an den Bergen und in den Kratern verkürzen sich und zeigen dem Auge neue Gegenstände, die sie bisher verdeckten.

Haben Sie aber das Staunen über die Pracht des Anblicks überwunden, so will ich in Ihnen ein ernsteres Interesse für diese Schattenlandschaften des Mondes zu wecken suchen. In der Schärfe dieser Schatten wird uns nämlich zugleich ein Mittel geboten, uns eine Kunde über das Profil der Mondoberfläche, über die Höhen und Formen ihrer Berge zu verschaffen, in einer Genauigkeit, wie sie uns selbst für irdische Landschaften nicht gestattet ist. Sie werden sich vielleicht manchmal über die Kühnheit gewundert haben, mit welcher der Astronom Höhen von Mondbergen nach Fußen angiebt, und Sie werden sich noch mehr wundern, wenn ich Ihnen sage, daß die Höhenangaben für irdische Berge sich noch keineswegs seit lange besonderer Sicherheit erfreuen, daß die Angaben über die Höhe des Pik de Teyde auf Teneriffa noch im vorigen Jahrhundert fast um die Hälfte seiner Höhe schwankten, daß selbst die neueren Messungen der thüringer Berge Unsicherheiten in den früheren Annahmen von mehr als 30 Fuß ergeben haben. Hier sollen es nun die Schatten allein sein, an welchen der Astronom und zwar von der Erde aus die Höhen der Mondberge mißt, und Sie werden es begreiflich finden, daß die Schwärze und Schärfe dieser Schatten, die durch keine trübe Atmosphäre gestört wird, solchen Messungen eine besondere Sicherheit verbürgen muß. Die verschwimmenden, meist in Halbschatten auslaufenden Schatten irdischer Berge eignen sich freilich zu solchen Messungen nicht. Nur auf Hochgebirgen etwa, wo sich die Schatten über Schneefelder oder Gletscher hinziehen, bietet sich bisweilen eine ähnliche Schärfe der Schattenprofile dar. Sie haben das vielleicht selbst erfahren, wenn Sie einmal einen Sommermorgen auf der Wengernalp im Anblick der riesigen Schneegipfel der Jungfrau und des Mönchs verlebt haben. Aber selbst in diesen Höhen verwischt meist der Dunst

Digitized by Google

der Thäler die Schärfe der Umrisse, und es dürfte Ihnen nicht unbekannt sein, daß man von den Gipfeln der höchsten Berge oft weniger Detail selbst in den benachbarten Thälern unterscheidet und eine beschränktere Fernsicht genießt, als sie fernerliegende, niedrigere Hügel gewähren.



Eine Kraterlandschaft des Mondes bei untergehender Sonne. (Nach Julius Schmidt.)
a. Die Wallebene Clavius; b. die Wallebene Maginus; c. der Krater Tycho; d. die Wallebene Longomontanus.

Die Höhenmessung von Mondbergen mittelst der Schatten erfordert nichts weiter, als daß die Länge des Schattens und der Abstand des Berges von der Lichtgrenze gemessen werden; alles Uebrige muß die Rechnung mit Hülfe der astronomischen Tafeln thun. Die mathematische Lichtgrenze findet man nämlich aus dem scheinbaren Abstand des Mondes von der Sonne zur Zeit der Beobachtung; aus dem Abstand des Berges von der Lichtgrenze aber läßt sich wieder

Digitized by Google

die Höhe der Sonne über dem Horizonte des Berges und aus der in Bogentheilen der Mondscheibe ausgedrückten Länge des Schattens die Sonnenhöhe am Ende des Schattens berechnen. Aus dem Verhältniß dieser beiden Sonnenhöhen ergiebt sich endlich die Höhe des Berges. Allerdings bleibt diese Höhenbestimmung immer nur eine relative, weil sie nur den Höhenunterschied zwischen dem Berggipfel und dem Endpunkte des Schattens umfaßt. Sie ist auch ungenau, wenn der Schatten nicht gerade auf eine weite Ebene fällt, und setzt zugleich voraus, daß der Berggipfel nicht sehr flach oder auch nur kuppelförmig abgerundet ist. Sie ist endlich völlig unsicher, wenn der Schatten sich in der Tiefe eines Kraterkessels entwickelt. Dennoch ist durch wiederholte Messungen bereits eine außerordentlich sichere Kunde über die meisten Höhenverhältnisse des Mondes erlangt worden. Bei einzelnen Bergen, wie bei dem 15,516 Par. Fuß hohen Calippus und dem 14,652 Fuß hohen Huyghens, beträgt die Unsicherheit kaum noch $^1/_{120}$ bis $^1/_{150}$ der ganzen Höhe, während sie bei mancher irdischen Höhenmessung, wie bei der des Chimborasso, leicht noch mehr als $^1/_{25}$ betragen dürfte. Sie werden staunen, daß man die Höhen der Mondberge nicht allein genauer, sondern auch viel länger kennt, als die Höhen der Berge auf unserer Erde. Denn ihre Messung schreibt sich mindestens bereits aus Hevel's, des Danziger Astronomen, Zeit, also aus der Mitte des 17. Jahrhunderts her, wenn auch erst Herschel und namentlich Mädler und Beer durch Vervollkommnung des Verfahrens den Reichthum unserer heutigen Resultate begründet haben.

Die größte Höhe, welche man bisher auf dem Monde gemessen hat, beträgt 25,200 Fuß, also $^1/_{212}$ des Mondhalbmessers, die größte Tiefe eines Kraterbodens unter der Mondfläche 9,600 Fuß. Der größte Höhenunterschied also, welcher dort beobachtet wurde, erreicht 34,800 Fuß oder $^1/_{154}$ des Mondhalbmessers. Auf unserer Erde steigt der höchste Berg, der Kintschinjinga, etwa zu 27,374 Fuß an, erreicht also nur $^1/_{741}$ des Erdhalbmessers, während die größte bisher gemessene Meerestiefe 43,380 Fuß beträgt. Der größte irdische Höhenunterschied ergiebt sich daraus auf 70,754 Fuß oder $^1/_{287}$ des Erdhalbmessers. Sie sehen daraus, welche besondere Wichtigkeit diese Höhenmessungen auf dem Monde noch dadurch gewinnen, daß sie uns eine Vergleichung der Mondberge mit den Gebirgen der Erde gestatten, und indem sie uns auf die Größe der hebenden Kräfte schließen lassen, zugleich einen Blick in die Geschichte dieses Weltkörpers eröffnen. Was aus dieser Urgeschichte des Mondes bereits erkundet ist, soll Ihnen nicht vorenthalten werden. Es wird freilich zum größten Theile nur ein Abbild unserer Erdgeschichte sein, aber es wird doch dazu dienen, Ihnen das Verständniß dieser fremdartigen Formenwelt zu erleichtern.

Ich hätte Sie gar nicht auf den Mond selbst herauf zu bemühen brauchen, ja es hätte nicht einmal eines besondern astronomischen Scharfblicks bedurft, um Sie eine Eigenthümlichkeit in den Oberflächenformen des Mondes entdecken zu lassen, die ihn auf das Auffälligste von unserer irdischen Welt unterscheidet. Das ist die vorherrschende Kreisform. Während diese auf der Erde im Allgemeinen nur selten, etwa in einigen Inselgruppen der Südsee und bei einzelnen

Digitized by Google

Vulkanen, deutlich ausgeprägt auftritt, sehen Sie sie auf dem Monde tausendfach wiederholt, von den größten Gebirgsformen bis zu den kleinsten, kaum menschlicher Sehkraft noch zugänglichen Gebilden. Selbst einige der weiten grauen Mare zeigen in ihrer Umwallung eine Neigung zur Kreisform ausgesprochen, indem einzelne Buchten ihrer mächtigen Grenzmauern deutlich Theile eines Kreisbogens bilden, der zwar oft unterbrochen, sich doch in andern Gebirgen fortzusetzen scheint. Die außerordentlich große Zahl dieser kreisförmigen Vertiefungen und ihre auffallende Regelmäßigkeit setzten schon Kepler in ein solches Erstaunen, daß er auf den sonderbaren Gedanken kam, diese kraterförmigen Höhlen seien von den Mondbewohnern absichtlich gegraben worden, um an ihrem heißen Mittage im Schatten ihrer Wände einen Schutz zu finden vor der 15 volle Erdentage ununterbrochen dauernden Einwirkung der Sonne. Hätte freilich Kepler damals schon eine Ahnung gehabt von den wahren Durchmessern dieser Mondkrater, hätte er gewußt, daß mancher, nicht einmal von den größten, groß genug ist, um dem Chimborazo, dem Montblanc und dem Pik von Teneriffa zusammen in seiner Höhlung Platz zu gewähren, so würde er wahrscheinlich seine Vorstellung von solchen selenitischen Cyklopenbauten aufgegeben haben.

Was sollen wir nun aber zu dieser wunderbaren und so häufigen und verbreiteten Kreisform der Oberflächengebilde des Mondes sagen? Ist sie keine absichtliche, d. h. künstliche, so kann sie doch auch keine blos zufällige sein. Wir werden daher ihren Ursprung in den Katastrophen suchen müssen, welche einst die jetzige Gestalt der Mondfläche bildeten, und welche, in der Urzeit am gewaltigsten, zuerst große Mare und Wallflächen, wie das Mare Crisium und Mare Serenitatis, die Wallebene Kästner und das Mare Humboldtianum schufen, dann aber, zwar in verkleinertem Maßstabe, aber an Zahl wachsend, jene Hunderte von Ringgebirgen und jene Tausende von Kratern hervorriefen, die manche Gegend des Mondes wie mit Blasen und Perlenschnüren bedeckt erscheinen lassen. Da haben Sie die Anlage zur Urgeschichte des Mondes!

Im Allgemeinen bilden die kreisförmigen Gebilde des Mondes vertiefte Becken, die von einem Walle umgeben sind, der oft bis zu 4 und 8000 Fuß über das umgebende Land aufsteigt. Diese Wälle zeigen sich bisweilen zerklüftet und unterbrochen, gewöhnlich aber an dem obersten Rande äußerst scharf und von einzelnen hohen Gipfeln oder kleinen wellenförmigen Buckeln und Zacken gekrönt. Nach außen meist sehr allmälig und mit geringer Neigung in die Ebene verlaufend, stürzen diese Wälle dagegen nach innen oft mauerartig schroff in die Tiefe. Doch wird diese Schroffheit in der Regel durch eine Reihe von Terrassen gemildert, die, durch enge Thalschluchten von einander getrennt, oben äußerst schmal und steil beginnen, allmälig nach der Tiefe zu breiter, unregelmäßiger, zerklüfteter werden und endlich in kleine Hügelgruppen übergehen, die den Boden der Kratertiefe bedecken, und aus denen sich bisweilen wieder ein Centralberg erhebt, der jedoch nie ganz die Höhe des äußern Wallrandes erreicht. Nicht immer aber ist der Kraterboden ein wirklich vertieftes Becken. Oft erscheint er wie aufgetrieben in Gestalt einer Beule oder Kuppel, welche den Centralberg

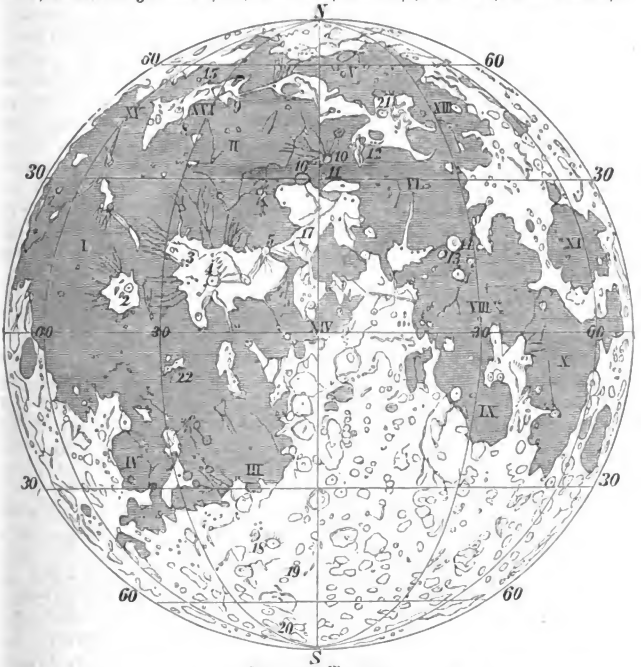
Digitized by Google

trägt oder mit kleinen Kratern und Hügeln oder noch niedrigeren Bergadern bedeckt ist. Bisweilen scheint sogar die innere Wallfläche eine über das allgemeine Niveau des Mondes erhabene Hochebene zu bilden. Auch die Regelmäßigkeit der Kreisform tritt uns namentlich bei größeren Gebilden dieser Art nur selten ungestört entgegen. Meist werden Sie auffallende Unterbrechungen bemerken, die gewöhnlich durch kleine Krater bewirkt erscheinen, und zwar nicht blos Unterbrechungen im Gebirgszuge, sondern selbst eine Art von Erscheinung, die Sie, nach irdischen Verhältnissen zu schließen, am besten als eine seitliche Verdrängung oder Verschiebung einer Masse erklären möchten, die vormals an der Stelle der neuentstandenen Unterbrechung gelegen haben müßte. Diese Störungen und Zerstörungen, welche kleinere und offenbar jüngere Krater in größeren und älteren Gebilden angerichtet haben, sind meist unverkennbar und oft von ganz überraschender Wirkung. An der Stelle, wo zwei solche Gebilde verschiedenen Alters einander mit ihren Wällen berühren oder in einander greifen, werden Sie die ursprüngliche Kreisform oft in einer Weise entstellt finden, daß Sie die Annahme gerechtfertigt finden werden, die ganze emporgetriebene Masse sei noch nicht einmal völlig erstarrt, mindestens noch zähflüssig gewesen, als die spätere Störung eintrat. Diese Störungsverhältnisse sind es nun, durch die Ihnen ein Blick in die Geschichte der Vorzeit des Mondes eröffnet und eine unserer Geologie entsprechende Art selenologischer Wissenschaft begründet wird.

Die ältesten Bildungen des Mondes sind jedenfalls nächst den großen kreisförmigen Maren die sogenannten Wallebenen, wie Plato, Ptolemäus, Grimaldi u. a. Sie messen gewöhnlich zwischen 14 und 30 Meilen im Durchmesser. Ihr häufig bis 12,000 Fuß ansteigendes Wallgebirge ist stark zerklüftet, gewöhnlich terrassenlos und oft so von jüngeren Kratern und sogenannten Rillen entstellt und verwüstet, daß es nur bei günstiger Beleuchtung als zusammenhängendes Ganze erscheint. Die innere Wallfläche selbst zeigt sich wenig vertieft, oft sogar beulenförmig aufgetrieben und gleichfalls mit Kratern und kleinen Hügeln bedeckt oder von Rillen durchfurcht. Jüngeren Ursprungs dürften schon jene kolossalen Ringgebirge sein, welche zwar gleichfalls noch in ihren Wällen wie in ihren inneren Flächen gewaltige Zertrümmerungen und Störungen durch spätere Krater zeigen, die aber zugleich durch die bedeutende Einsenkung der inneren Flächen sich schon der eigentlichen Kraterform nähern. Sie messen gleichfalls oft über 30 Meilen im Durchmesser, wie das schöne Ringgebirge Clavius, und die Gipfel ihres Walles steigen oft zu 16,000 Fuß über der innern Tiefe auf. Ein entschieden jüngeres Alter kommt aber den eigentlichen großen Kratern des Mondes zu. Dafür spricht einerseits die bedeutende Vertiefung ihres Innern, andererseits die regelmäßigere Kreisform ihrer mauerartigen Umwallung, die stets in mehrfachen, oft fünffachen Terrassen gegen die innere Tiefe abfällt, aus der wieder stets ein meist mehrgipfliges Centralgebirge aufsteigt. Die Breite dieser kraterartigen Ringgebirge beträgt noch zwischen 9 und 12 Meilen und der Höhenunterschied zwischen dem Wall und der Tiefe oft 12—15,000 Fuß. Störungen durch spätere Krater sind bei ihnen nur in

Digitized by Google

verhältnißmäßig geringem Grade zu erkennen. Dafür zeichnen sie sich durch strahlenförmig von ihren Rändern auslaufende Hügelreihen aus, welche zahlreiche schmale Thäler einschließen. Die sonderbarste und räthselhafteste Erscheinung aber, die bei einigen von ihnen, namentlich beim Tycho und Copernicus in wahr-



Karte des Mondes.

(Die römischen Ziffern bedeuten die Mare, die deutschen Ziffern die Ringgebirge und Krater.)

II Mare imbrium, III M. nubium, IV M. humorum, VI M. serenitatis, VIII M. tranquillium, IX M. crisium, X M. foecunditatis, XI M. nectaris.

2. Ringgebirge Kepler, 3. Mayer, 4. Copernicus, 5. Eratosthenes, 9. Condamine, 10. Aristippus, 11. Autolicus, 12. Cassini, 13. Plinius, 15. Pythagoras, 16. Archimedes, 17. Huygbens, 18. Tycho, 19. Maginus, 20. Newton, 21. Aristoteles, 22. Euklides.

haft überraschender Weise auftritt, sind glänzende Lichtstreifen, welche sie ringsum oft mehr als 100 Meilen weit und in einer Breite von einer halben bis vier Meilen über die grauen Ebenen aussenden.

Digitized by Google

Zur Zeit des Vollmondes können Sie diese wunderbaren, geraden, hellen Lichtstreifen schon mit einem gewöhnlichen Taschenfernrohr von der Erde aus erblicken. Sie entsprechen durchaus weder Vertiefungen noch Erhöhungen, denn sie verschwinden an der Lichtgrenze ohne die geringste Spur eines Schattens und machen sich, wo sie auch auftreten, in Gebirgen, Kratertiefen oder grauen Ebenen, nur bemerkbar durch den Kontrast gegen die Bodenfarbe. Bisweilen verzweigen sie sich oder setzen streckenweise aus; bisweilen erscheinen sie in solcher Fülle und solchem Glanze, selbst im hellen Gebirgslande, daß sie zur Zeit des Vollmondes die großen Kraterformen völlig unkenntlich machen. Ihre Erklärung ist mit außerordentlichen Schwierigkeiten verknüpft. Am haltbarsten dürfte noch die kühne Hypothese Mädler's sein, welcher sie, im Anschluß an gewisse irdische Erscheinungen, als die Wirkung einer großartigen plutonischen Metamorphose auffaßt. Nach dieser Ansicht sollen nämlich die emporbrängenden Mächte des Mondinnern, wahrscheinlich erhitzte Gase, nicht immer in senkrechter Richtung gewirkt haben, sondern vielmehr unter der bereits erhärteten und nicht mehr leicht zu durchbrechenden Rinde horizontal einer großen Ausbruchsstelle, einer Art vulkanischen Esse, zugeströmt sein und dabei auf ihrem ganzen Laufe die Oberfläche, d. h. wahrscheinlich nur die Structur ihrer Massen, strichweise und derart verändert haben, daß ihre Fähigkeit, das Sonnenlicht zu reflectiren, bedeutend erhöht wurde. Einen besondern Anhalt findet diese Erklärung in der Erscheinung der sogenannten „umglänzten" Krater, die ohne ein eigentliches Strahlensystem ringsum einen außerordentlich hellen weißen Schimmer verbreiten, der nach außen oft in bunten Figuren verläuft und bisweilen nach seitwärts unter dem dunkeln Grau der Mare durchzuschimmern scheint, als ob meilenweit um einen solchen Kraterwall die graue Decke der Urzeit zerstört worden wäre. Auch jene merkwürdigen Hügelketten, die sich strahlenförmig oft neben jenen Lichtstreifen um manche Krater, wie namentlich den Copernicus und Aristillus, ausbreiten, dürften verwandten Ursprungs sein. Dieselben erhitzten Gasströme, welche hier die lichtreflectirende Eigenschaft des Bodens abänderten, mögen nämlich an anderen Stellen, namentlich in der unmittelbaren Nähe des Durchbruchs, den gehobenen Boden gespaltet haben, so daß sich Furchen bildeten, die vom Kraterrande ausliefen, ähnlich den Barancos unserer irdischen Erhebungskrater. Wann aber diese metamorphosirende Thätigkeit auf dem Monde stattfand, deren letzte Spuren, wie Sie gesehen haben, in dem Verschwinden der grauen Farbe der Ebenen rings um die Krater zu finden sein dürften, darüber läßt sich noch wenig entscheiden. Daß sie älter als Tausende der Krater und Ringgebirge sind, welche die Mondfläche durchbrechen, dafür scheint das oft meilenweite Aussetzen mancher solcher Lichtstreifen zu sprechen.

Unter denjenigen größeren Kratern des Mondes, welche die Regelmäßigkeit ihrer Kreisform, die Vertiefung ihres Innern, die Anwesenheit von Terrassen und Centralbergen als jüngeren Alters bezeichnet, giebt es einige, welche in neuerer Zeit noch durch eine eigenthümliche Entdeckung merkwürdig geworden sind. Durch mächtige Fernröhre nämlich, — welche für den Mond dieselbe

Digitized by Google

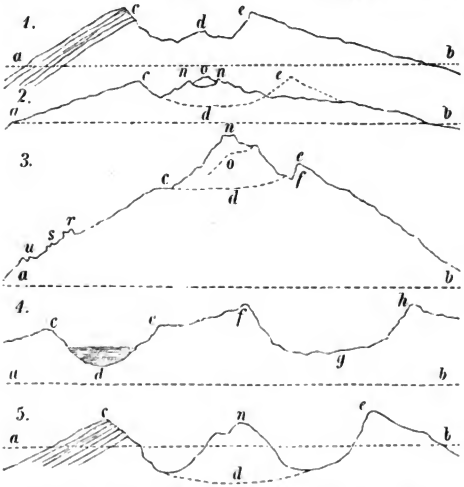
Bedeutung erhalten, wie Reisen für die Entdeckung der Länder der Erde —, haben neuere Astronomen in der Tiefe manches dieser durch furchtbare Schroffheit ihrer Wände ausgezeichneten Krater noch einen zweiten Krater erblickt, dessen Wall nicht nur den innern Fuß des Hauptwalles unmittelbar berührt, sondern auch zu gleicher Höhe mit ihm aufsteigt. Man sieht hier also Doppelkrater, die gewissermaßen zu vergleichen sind mit den Eruptionskratern unserer irdischen Vulkane, die aus den Wällen alter Erhebungskrater aufsteigen.

Die jüngsten in der Reihe der ringförmigen Gebilde des Mondes sind jene kleinen Krater, deren Zahl man bereits auf mehr als 50,000 schätzt. Sie haben überall durchbrochen, was die älteren Katastrophen ungestört ließen; sie bedecken die Wälle und Centralberge älterer Ringgebirge wie ihre Terrassen und Kratergründe. In den Ebenen liegen sie oft so nahe bei einander und namentlich oft perlschnurartig in langen Reihen geordnet, als wären sie auf einer gemeinsamen Spalte ausgebrochen. So zeigen sich zwischen dem Copernicus und Eratosthenes auf einer Strecke von kaum 15 Meilen ungefähr 300 kleine Krater, oft kaum 120—400 Fuß hoch, die mit ihren in einander geflossenen Krateröffnungen fast eine rillenähnliche Thalschlucht bilden. Ob solche Krater noch gegenwärtig entstehen, ob die plutonischen Gewalten des Mondinnern also noch heute in ähnlicher Thätigkeit begriffen sind, wie im Schooße unserer Erde, das ist eine Frage, deren Beantwortung allerdings im Bereiche der teleskopischen Beobachtung liegt, bei der bisherigen Mangelhafttigkeit derselben aber späteren Zeiten vorbehalten bleiben muß. Dazu gehört vor Allem, daß man erst einmal eine einzelne Gegend des Mondes unausgesetzt mit mächtigen Fernröhren durchforscht, vermessen und auf großen Karten verzeichnet hat. Dann erst wird man von gegenwärtigen Veränderungen auf dem Monde, von Naturereignissen auf demselben, von vulkanischen Ausbrüchen, von einer selenologischen Geschichte der Gegenwart sprechen können, ohne sich einer unwissenschaftlichen Phantasie verdächtig zu machen.

Als eng mit den Kraterbildungen des Mondes verknüpft muß ich Ihnen noch jene wunderbaren Erscheinungen bezeichnen, die man Rillen genannt hat. Es sind lange schmale Furchen, grabenartige Vertiefungen, die, an ihren Rändern zu beiden Seiten meist wallartig erhöht, bei einer Breite von 1800—12,000 Fuß und einer Tiefe von 300—1200 Fuß oft 4—20 Meilen weit sich erstrecken. Man ist auf den ersten Blick versucht, sie für Risse zu halten, die sich etwa durch schnelle Erkaltung des zeitweise stark erhitzten Bodens gebildet haben könnten. Daß sie aber trotz dieser sonderbaren Form dennoch mit den Kratern verwandten Ursprungs sind, geht aus der Beobachtung Mädler's hervor, daß einzelne Rillen nicht allein die Wälle mancher kleinen Krater durchbrochen haben, sondern daß sie selbst oft geradezu als das Resultat zahlreicher, neben einander liegender, in einer gemeinsamen Richtung durchbrochener Krater erscheinen. Man erblickt oft gleichsam eine lange, von vielen halbmondförmigen Kraterwällen beiderseits eingefaßte Furche. Bisweilen mag also wol die emporbrängende Kraft, welche die Krater öffnete, zu schnell und an zu vielen Punkten gleichzeitig gewirkt haben,

Digitized by Google

so daß es zu einer eigentlichen Kraterbildung nicht mehr kommen konnte. Jedenfalls liefert der Umstand, daß diese Rillen rücksichtslos über Ebenen und Gebirge hin ihren Weg fortsetzen, daß sie mitten durch Krater hinziehen und ganze Berge spalten, den Beweis, daß sie zu den jüngsten Formbildungen des Mondes gehören. Ob sie noch heute entstehen, ist für jetzt aus den schon angeführten Gründen gleichfalls nicht zu entscheiden. Was aber diesen Rillen eine ganz besondere, wenn auch etwas abenteuerliche Bedeutung verleiht, ist, daß man sie eine Zeit lang unter dem Einfluß einer stark erhitzten Phantasie für Bauwerke der Mondbewohner, etwa für Kanäle, Straßen ꝛc. gehalten hat. Sie sehen, wie sehr man sich zu hüten hat, sein eigenes menschliches Bedürfniß auf Wesen zu übertragen, von deren Dasein, geschweige von deren Lebensbedingungen und Lebensweise, man auch nicht die geringste Kenntniß hat, wenn man nicht dahin kommen soll, vernünftigen Wesen, wofür man doch die Mondbewohner ausgiebt, Thorheiten zuzumuthen, die selbst auf Erden verlacht werden würden. Was sollen die Mondbewohner mit Kanälen oder Straßen von so kolossalen Dimensionen, die zumal oft schnurgerade über Berg und Thal laufen und wol gar plötzlich mitten in einer Kratertiefe abbrechen!



Krater der Erde.

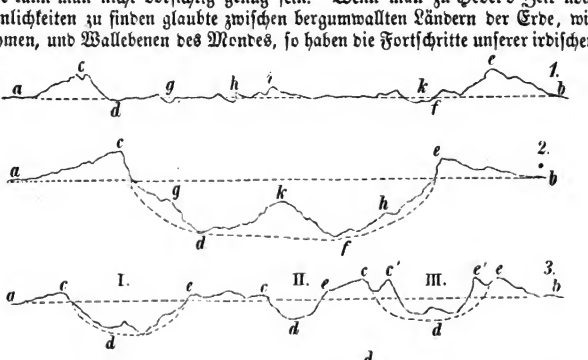
1) Der Erhebungskrater der Insel Palma; a b Meeresfläche, c d e Krater.
2) Krater des Vesuvs; c d e der alte Krater, o Rand der Somma, e der fehlende südliche Rand des alten Kraters, n n der eigentliche Vulkankegel, o der Ausbruchkegel.
3) Durchschnitt der Insel Teneriffa; a e d e b der alte Erhebungskrater, e f n Vulkankegel des Pik de Teyde, n Hauptkrater, o, u, s, r seitliche kleine Krater.
4) Maare der Eifel.
5) Ein aus dem Meeresgrunde aufsteigender Vulkan.

Man hat sich überhaupt lange Zeit bemüht, durchaus nur irdische Naturverhältnisse auf dem Monde zu sehen. So hat man aus der grünen Farbe einiger Ebenen den Schluß gezogen, daß die früheren oceanischen Becken des

Digitized by Google

Mondes jetzt ausgetrocknet und mit einer reichen Vegetation bedeckt seien. Man setzte dabei alle die wichtigen Thatsachen außer Acht, welche dem Monde eine der unserigen ähnliche Atmosphäre absprechen, ohne die doch aber eine ähnliche Vegetation nicht denkbar ist. Man vergaß, daß daraus, daß die Pflanzen auf der Erde grün sind, überhaupt noch gar kein Grund dafür abzuleiten ist, daß die Pflanzen auf dem Monde auch grün sein müssen. Man legte offenbar den Farben und Formen eine zu große Bedeutung bei.

Aber auch bei Vergleichung der Gebirgsformen des Mondes mit denen der Erde kann man nicht vorsichtig genug sein. Wenn man zu Hevel's Zeit noch Aehnlichkeiten zu finden glaubte zwischen bergumwallten Ländern der Erde, wie Böhmen, und Wallebenen des Mondes, so haben die Fortschritte unserer irdischen



Krater des Mondes.

1) Durchschnitt einer Wallebene; a b umgebende Mondfläche, c e Kamm des Wallgebirges, d f Durchmesser der innern Fläche, g h k kleine Krater, i ein Hügel.
2) Durchschnitt eines großen Kraters; a c und e b äußere Abdachung des Kraterwalles, c e Kraterrand, c d und e f innere Böschung, g und h Terrassen, k Centralberg.
3) Kleine Krater: I. mit Terrassen und Centralberg, II. ohne Beides, III. ein Doppelkrater.
4) Durchschnitt des Bergrückens Huygbens; d ein kleiner Krater in einer Höhe von 16,800 Fuß.

Geologie solche Vergleichungen unhaltbar gemacht. Die kreisförmigen Gebilde des Mondes finden nur eine Analogie in den Kratern der Erde. Sie sind wie diese die Wirkungen erumpirender Kräfte; ob aber dabei zugleich an Feuerausbrüche, an Lavaströme oder Gaseruptionen zu denken ist, ob auch dort wie bei uns zwischen Erhebungskratern und wirklichen Vulkanen unterschieden werden kann, das bleibt vielleicht noch für lange Zeit dahingestellt. Jedenfalls haben diese Kräfte auf dem Monde eine weit großartigere Thätigkeit entwickelt, als auf der Erde. Nicht allein bedecken die Krater seine Fläche in außerordentlicher

Digitized by Google

Zahl, sondern sie zeigen auch Dimensionen, wie sie denen der Erde durchaus fremd sind. Davon überzeugen Sie sich mit einem Blicke, wenn Sie Profile von irdischen Vulkanen, Erhebungskratern, Solfataren, Maren Profilen von Ringgebirgen, Wallebenen, Kratern und Bergrücken des Mondes gegenüberstellen. Während auf der Erde der größte Kraterdurchmesser bei der Caldeira de Fogo etwa eine Meile und die größte Kratertiefe bei der Caldeira de Palma 2580 Fuß erreicht, finden Sie auf dem Monde Krater, wie den Theophilus, mit einem Durchmesser von $12^1/_2$ Meilen und einer Tiefe von 16,000 Fuß. Außerdem zeigt eine Vergleichung von Kratermessungen auf dem Monde, daß dort im Allgemeinen mit der Abnahme des Kraterdurchmessers die relative Tiefe zunimmt, während auf der Erde in dieser Beziehung die größte Unregelmäßigkeit herrscht, wie überhaupt hier bis jetzt noch nicht der geringste Zusammenhang nachgewiesen ist zwischen den Dimensionsverhältnissen eines Vulkans und seiner Meereshöhe oder seinem Bau und der Natur einer Caldeira, eines Centralvulkans oder eines randlosen Maares. Sie werden ferner finden, daß, wenngleich die kleinen Krater des Mondes oft die höchsten Kämme der Ringgebirge bedecken, doch eigentliche Kraterberge, wie der Aetna oder Kotopaxi, d. h. mit Kratern gekrönte hohe Berggipfel, zu den äußersten Seltenheiten gehören.

Wenn aber doch noch in Betreff der vulkanischen Bildungen, die den eigentlichen Charakter der Bodenerhebungen des Mondes bestimmen, wenigstens ein gewisser Anklang in irdischen Verhältnissen zu finden ist, so fehlt uns für die übrigen Formen des Mondes, für seine Rillen, Bergadern und Strahlensysteme jeder irdische Anhalt. Allerdings giebt es auch eine Art von Massen- und Kettengebirgen auf dem Monde; aber nicht genug, daß sie nur selten größere Räume umfassen, so dürfen Sie sich auch durch die Namen, die man ihnen beigelegt hat, keineswegs verleiten lassen, sie mit den Alpen, Karpathen, Pyrenäen, dem Kaukasus oder gar mit den Cordilleren und dem Himalaja der Erde zu vergleichen. Es fehlt ihnen geradezu Alles, was wir als wesentlich für den Charakter eines Alpengebirges zu betrachten gewohnt sind, Alles, was bei uns die Großartigkeit wie die Anmuth der Alpennatur bedingt. Es fehlen ihnen die langgestreckten Grate und Kämme, welche in unsern Alpen die hohen Berggipfel tragen; es fehlen ihnen die Längsthäler, die bei uns gegenwärtig den Lauf der großen Ströme bedingen, und die sich theils gleichzeitig mit der Entstehung des Gebirges bildeten, theils im Laufe der Zeit durch die Gewässer so tief und steil eingeschnitten wurden. Zwar giebt es Gebirge auf dem Monde, die, wie der Apennin, 3800 Quadratmeilen bedecken und sich zu einer Höhe von 16,800 Fuß, ja, wie das südliche Randgebirge Leibnitz, bis 25,200 Fuß Höhe erheben; aber selbst diese gewaltigen Gebirge erscheinen nur als eine regellose Gruppirung größerer und kleinerer, durch Thalschluchten getrennter und vereinzelter Bergmassen. Sie können freilich auch Gebirgswände auf dem Monde finden, die sich viele Meilen weit hinziehen, ja Sie werden sogar ihren Fuß bisweilen von niedrigen Hügelterrassen umlagert sehen, die Sie an jene mächtigen Trümmerhalden erinnern werden, welche unsere irdischen Alpenzüge zu begleiten pflegen, und die von den aufge-

Digitized by Google

richteten und zerbrochenen Schichten herrühren, die beim Emporsteigen der Gebirgsmassen zurückgedrängt wurden und an ihren Fuß niederrollten. Aber nirgends zeigen diese Bergzüge den Charakter einer dachförmig nach beiden Seiten abfallenden Mauer, wie die Grate unserer Alpenzüge sind. Vereinzelung ist der ausgesprochene Charakter auch in den Massengebirgen des Mondes. Es liegt darin eine gewisse Ursprünglichkeit; es ist, als ob wir auf dem Monde noch die Urformen der Gebirge sähen, die auf der Erde bereits durch eine vieltausendjährige Geschichte entstellt und verhüllt wurden.

Der Charakter der Isolirtheit erhält auf dem Monde noch einen besondern Ausdruck durch die einzelnen hellglänzenden Berge, die sich zahlreich, oft in kleine Gruppen vereinigt, aus seinen Ebenen erheben. Sie steigen stets ohne merkliche Verbindung mit anderen Erhebungen hell aus dem dunkeln Grau der Ebenen auf, und nur wenige erreichen eine Höhe von 5—6000 Fuß. Aber diese Höhe genügt bei der geringen Breite ihres Fußes, ihren Schatten eine außerordentlich lange und spitze Form zu verleihen, und man hat darum sehr viele von ihnen mit dem Namen von Piks bezeichnet. Aus diesen Schatten und diesen Namen darf man aber dennoch nicht auf sehr imposante Gestalten schließen. Keiner von ihnen erinnert in seinem wirklichen Profil an unsere steilen Alpengipfel, keiner selbst, wie einer der neuesten Mondforscher, Julius Schmidt, bemerkt, an die stumpfe Pyramide des Riesen am Thunersee.

Wie es aber dem Monde an imposanten Bergspitzen fehlt, so scheint ihm auch ein eigentliches Hügelland abzugehen. Was wir noch allenfalls dafür nehmen können, daß sind die sogenannten Bergadern, die oft 10—70 Meilen lang bei einer Höhe von 150—600, selten von mehr als 1000 Fuß in vielfachen Krümmungen und Verzweigungen die grauen Ebenen durchziehen und bisweilen ganz erfüllen, bald in Kratern endend, bald sich unmerklich in der Ebene verlierend. Oft erscheinen sie nur als schwache Faltungen am Rande beulenförmiger Auftreibungen, oft als strahlenförmige Ausläufer eines Kraters. Dann treten sie wieder als langgestreckte, stufenförmige Absätze oder als gerade, steile Mauern mitten in den Maren auf, und ihr Rücken ist mit kleinen, wenige Fuß hohen Erhebungen besetzt. Daß sie oder ihre Schatten uns überhaupt bei ihrer geringen Erhebung noch sichtbar werden, liegt nur an der Länge ihrer Erstreckung, da ein gewöhnliches Fernrohr selbst Thürme von 600 Fuß Höhe nicht mehr zeigen kann, wenn ihre Dicke nicht wenigstens 100 Fuß beträgt.

Wollen Sie sich aus Dem, was ich Ihnen von den Oberflächenformen des Mondes gezeigt und erzählt habe, ein Gesammtbild zusammensetzen, so wird es etwa der Vorstellung entsprechen, die Sie sich von der Oberfläche unserer Erde in ihrem ältesten Urzustande machen müssen. Wenn Sie gleichwol nur in den jüngsten Gebilden unserer Erde, den vulkanischen, eine Anknüpfung für die Gebirgsformen des Mondes finden konnten, so dürfen Sie nicht vergessen, daß der Zeitraum, den wir in der vulkanischen Geschichte der Erde zurückgehen können, nichts ist im Vergleich zu ihrem wirklichen Alter, nichts im Vergleich zu dem Zeitraum, der sich beim Monde zurückverfolgen läßt, weil der Ocean hier

Digitized by Google

fehlt mit allen den tausend Veränderungen bewegten, rinnenden Wassers. Diese Veränderungen, die wir auf der Erde noch heute vor sich gehen sehen, sind so unermeßliche Zeiträume hindurch wirksam gewesen, daß die Geologen noch keinen Theil der Erde gefunden haben, selbst die Riesenkette der Anden nicht ausgeschlossen, der nicht mehr als einmal unter der Meeresflut begraben gewesen wäre, und zwar so lange und so tief, daß sich auf ihm Sedimentgesteine von vielen Tausend Fuß Mächtigkeit ablagern konnten. Vergessen Sie also nicht, daß auch die ältesten Krater auf der Erde, nach den an ihren unteren Abhängen gefundenen Muscheln zu schließen, kaum einer ältern Periode als der sogenannten „post-pliocenen" angehören, daß die großartigen vulkanischen Ringe der älteren, der sogenannten „secundären" und „primären" Zeiten, die mit den Wallebenen des Mondes vielleicht zu vergleichen wären, durch die Bildungen des Wassers für immer dem Blicke des Menschen entzogen sind. Wollen Sie sich aber eine Vorstellung von den gewaltigen Verhältnissen machen, die zu jener Zeit herrschten, als die Kruste der Erde noch dünn und ihr ganzes Innere von einer glühenden Flüssigkeit erfüllt war, als ihre flüchtigeren Substanzen in Oceane von Dämpfen aufgingen, die mit furchtbarer Heftigkeit gegen die schwache Rinde reagirten, so betrachten Sie diese Oberfläche des Mondes, die niemals unter einen Ocean hinabgesunken ist. Hieran können Sie ermessen, welche Wehen die Erde erduldet, und welche Größe ihre vulkanischen Oeffnungen in der ersten Zeit ihrer Feuerprobe gehabt haben müssen.

Sie haben jetzt lange genug auf der öden Höhe geweilt und den ernsten Aufschlüssen der Wissenschaft gelauscht. Ihre Phantasie wird ungeduldig, sie ist es nicht gewohnt, so lange Fesseln zu tragen. Nun gut, lockern Sie ihr einmal die Zügel, lassen Sie sich einmal von ihr hinabführen zum Grunde des Kraters. Nicht wahr, es wird Ihnen seltsam zu Muthe, es dünkt Ihnen, als ob dieses Herabsteigen kaum eine Anstrengung erfordere, als ob es mehr ein Schweben sei, das nicht ermüden könne, und selbst das Grauen vor den schwindelnden Abgründen zur Seite scheint Sie zu verlassen. Sie staunen, welche gewaltigen Felsblöcke Ihr Fuß in Bewegung setzt, und Sie entsetzen sich fast, daß kein donnerndes Getöse dem Sturze dieser Blöcke folgt, daß kein Echo von den Bergen den Donner zurückhallt. Sie haben die Tiefe erreicht. Sie erwarten schattige Palmwälder im Schutze dieser sonnenbestrahlten Bergwände zu finden, grüne Rasen, rieselnde Quellen, zum Ersatz für den peinlichen Eindruck des grellen Lichtglanzes in der Höhe, Sie sehen sich nach bewegten Gestalten um, denen Sie sich verständlich machen, mit denen Sie in Verkehr treten können. Vergebens! Alles todt und still und kahl. Es wird Ihnen unheimlich in dieser traurigen Oede, und ich sehe schon, wie Sie Ihrer Phantasie einen Wink geben, sie mit ihrem Zauber zu beleben, ich lese schon die Fragen der Neugier auf Ihren Lippen! Soll es nicht lebende, vernünftige Wesen auf diesem Weltkörper geben, so gut wie auf der Erde? fragen Sie. Welches Leben führen sie, welche Eigenthümlichkeiten in ihrem Bau, in ihrem Schaffen und Treiben wirkt die Schwere ihres Weltkörpers, die Beschaffenheit ihrer Atmosphäre und ihres Bodens? Haben

Digitized by Google

sie Städte gebaut gleich uns? Halten Sie ein, überlassen Sie es der zügellosen Phantasie nicht, diese Fragen zu beantworten; geben Sie nicht gleich beim Beginn der Reise einen so üblen Beweis von der Erfolglosigkeit meiner Warnungen! Lieber will ich ja versuchen, alle Macht der Wissenschaft aufzubieten, um auch diese Neugier einigermaßen zu befriedigen.

Ehe ich dazu schreite, muß ich Ihnen noch eine kurze Geschichte erzählen. Als sich der berühmte Astronom John Herschel vor etwa 23 Jahren am Vorgebirge der guten Hoffnung aufhielt, um mit seinen Teleskopen die Wunder des südlichen Himmels zu durchforschen, erschien plötzlich eine kleine Schrift, welche selbst in gebildeten Kreisen außerordentliches Aufsehen erregte. Sie berichtete nämlich im Namen Herschel's die glänzenden Entdeckungen, welche derselbe auf dem Monde gemacht habe, und ließ ihn daselbst allerlei merkwürdige Geschöpfe, z. B. Schafe von sonderbarem Wuchs und Bau, Menschen mit Fledermausflügeln, Städte und Chausseen wahrnehmen. Es zeigte sich indeß bald, daß diese Schrift nichts als ein Spaß war, den sich ein Amerikaner mit der Leichtgläubigkeit seiner Zeitgenossen erlaubt hatte. Soll ich Ihnen eine Lehre aus dieser Geschichte ziehen, so ist es die, daß es zu allen Zeiten Leute gegeben hat und geben wird, welche der Wissenschaft um ihrer bereits erzielten Erfolge willen auch das Unmögliche zutrauen, welche z. B. darum, weil es den Astronomen mit Hülfe ihrer künstlichen Sehwerkzeuge gelungen ist, Mondberge zu entdecken, keinen Augenblick zweifeln, daß es ihnen auch gelingen werde, mit noch besseren Werkzeugen einst Mondmenschen zu sehen und mit ihnen in Correspondenz zu treten. Ich brauche Ihnen gar nicht erst zu sagen, daß auch Astronomen, wenn sie gegen die Phantasie nicht stets gerüstet bleiben, solchen Abenteuerlichkeiten verfallen können. Schröter und Gruithuisen wollen in der That Bauwerke der Mondbewohner gesehen haben; Letzterer erzählt von einem Kunstwerke des Mondes, das in der Nähe des Aequators, also in offenbar fruchtbarer Gegend gelegen, in einem Durchmesser von 5 Meilen genau nach den Weltgegenden gerichtete festungsartige Wälle zeige, und Schwabe in Dessau hat sogar noch Außenwerke dazu entdeckt. Wollen Sie sich also vor solchen Lächerlichkeiten hüten, so müssen Sie zuvor genau die Grenzen prüfen, innerhalb deren die Wissenschaft wirklich Aufschlüsse zu geben vermag, d. h. die Grenzen, zu welchen das Sehen auch der Wissenschaft reicht, zu welchen das Auge überhaupt sich dem nachbarlichen Monde zu nähern vermag.

Auch der Astronom, wenn er durch sein Fernrohr zum Monde aufschaut, unternimmt eine Reise, d. h. er nähert sich dem Monde um so viel, als die Vergrößerung seines Fernrohrs beträgt. Denn wenn wir von einer 1000maligen Vergrößerung sprechen, so heißt das nichts Anderes, als daß wir einen 1000 Fuß entfernten Gegenstand durch das Fernrohr ebenso deutlich sehen, als wir ihn mit bloßem Auge in der Entfernung von 1 Fuß sehen würden. Nun beträgt die Entfernung des Mondes von uns im Mittel 50,000 Meilen; sein wirklicher Durchmesser aber beträgt 454 geogr. Meilen, und dieser erscheint uns nach mikrometrischen Messungen von der Erde aus unter einem Winkel von 32 Mi-

Digitized by Google

nuten. Nehmen wir nun an, daß die äußerste Grenze der Sichtbarkeit für einen runden oder viereckigen Körper ein Gesichtswinkel von 1 Min. sei, so wird eine solche auf dem Monde etwa 14 geogr. Meilen entsprechen. Eine 60fache Vergrößerung wird uns aber schon Gegenstände unter Gesichtswinkeln von 1 Secunde, also von einem wirklichen Durchmesser von 6000 Fuß erkennen lassen. Aber eine 6000fache Vergrößerung würde erforderlich sein, um runde Gegenstände von 60 Fuß Durchmesser wahrnehmen zu lassen. Nur ein langgestreckter Gegenstand würde schon unter günstigeren Bedingungen sichtbar werden; es würde dazu genügen, daß seine Breite uns nur unter einem Winkel von 6 Secunden erschiene. Wir würden daher bei Anwendung einer 6000fachen Vergrößerung im Stande sein, 6 Fuß breite Gegenstände von beträchtlicher Länge, also etwa Festungswerke, Dämme ꝛc. auf dem Monde zu erblicken, und das würde etwa einer Annäherung zum Monde bis auf 8 Meilen entsprechen, also einem ähnlichen Abstande, in welchem wir vom Rigi aus die Gruppe der Schreckhörner und Aarhörner erblicken. Menschen und Thiere aber auf dem Monde zu erkennen, würde mindestens eine 50000fache Vergrößerung erfordern, vorausgesetzt nämlich, daß wir im Stande sind, mit bloßen Augen noch Menschen in der Entfernung von 1 Meile zu sehen. Nach Dem, was ich Ihnen früher über das Fernrohr mitgetheilt, werden Sie nicht mehr fragen, warum unsere Astronomen nicht Fernröhre von so vergrößernder Kraft anwenden. Sie wissen vielmehr, daß durch die Dichtigkeit der Erdatmosphäre und die tägliche Bewegung der Erde dem teleskopischen Sehen gewisse Grenzen gesetzt sind, die so lange noch unüberschreitbar scheinen müssen, bis es gelungen sein wird, Spiegel oder Gläser herzustellen, welche außerordentliche Lichtmengen in ihrem Brennpunkte vereinigen lassen. Der Mond gestattet seines schwachen Lichts wegen nicht einmal den Gebrauch der größten der uns jetzt zu Gebote stehenden Fernröhre, da in Folge der eintretenden Abschwächung seines Lichts mehr verloren werden würde, als durch die Vergrößerung der Gesichtswinkel für die Objekte gewonnen wird. Mit Erfolg hat sich beim Monde noch keine größere als eine 300malige Vergrößerung anwendbar gezeigt. Wollten wir also Menschen und Thiere auf dem Monde sehen, so bedürften wir dazu einer fast 170mal stärkeren Vergrößerung, als sie jetzt angewandt wird; wollten wir auch nur Bauwerke auf dem Monde wahrnehmen, gleich den größten unserer Erde, die wir noch in 8 Meilen Entfernung erkennen, so müßte die Kraft unserer Fernröhre gleichzeitig mit der Deutlichkeit ihrer Bilder um das Zwanzigfache steigen. Jetzt nehmen wir auf dem Monde deutlich nur Gegenstände von 3—4000, höchstens von 1200 Fuß Durchmesser wahr. Gäbe es aber auch Bauwerke auf dem Monde von der Größe unserer Pyramiden, und wäre es auch einst vergönnt sie zu schauen, so würden sie immer nur als feine Pünktchen erscheinen, deren Gestalt zu deuten man sich vergeblich bemühen würde. So steht es also mit unseren Aussichten, etwas von dem physischen Leben des Mondes zu erfahren, noch schlecht.

Ist aber darum, werden Sie fragen, der Mond unbewohnt, und soll er es in alle Ewigkeit sein? Soll die Erde allein unter den Millionen Welten den

Digitized by Google

Vorzug der Belebtheit haben, soll rings im unermeßlichen Oceane todte Einöde sein? Entscheiden läßt sich darüber nichts. Wenn sich aber auch das Leben des Mondes zur Schöpfung verkörperter Gedanken, thierischer, menschenähnlicher Wesen erhebt, so lehrt die Wissenschaft uns wenigstens gewisse Bedingungen für ihre Naturbeschaffenheit errathen. Die Wissenschaft zeigt, daß die Gesetze, denen das Leben unserer Erde gehorcht, auch für andere Welten gelten, mag auch diese Wesenseinheit nicht die Mannichfaltigkeit in den Formen ausschließen. Schon in unserer irdischen Thierwelt sehen Sie ja diese Einheit sich in der mannichfachsten Gestaltung entfalten. Wie verschieden sind nicht die Athmungs- und Bewegungsorgane! Da sehen Sie Lungen, Kiemen und Tracheen, Arme, Füße, Flügel und Flossen, je nach der Natur des Elements, in welchem die Thiere athmen und sich bewegen. Reicher und fremdartiger noch mag diese Gestaltung auf anderen Weltkörpern sein. Immer aber wird es uns gestattet sein, nach den ewigen Naturgesetzen aus den bereits erkannten Naturbedingungen Schlüsse, wenn auch nicht mit mathematischer Sicherheit, auf die Lebensformen der Bewohner jener Welten zu ziehen. Auf dieses Recht gestützt will ich es nun versuchen, Ihnen aus Klima, Boden und Landschaft ein annäherndes Bild von den Lebensverhältnissen der Mondwelt zusammen zu setzen.

Ich erinnere Sie zunächst an eine Beobachtung, die ich Sie machen ließ, als ich Sie aufforderte, sich von Ihrer Phantasie geleitet über die schroffen Abhänge unseres Mondberges in die Kratertiefe hinab zu begeben. Ich machte Sie auf das Gefühl einer ungemeinen Leichtigkeit aller körperlichen Bewegungen aufmerksam. Die Ursache davon liegt nur in der geringeren Schwere, die auf der Mondoberfläche herrscht. Da nämlich die Masse des Mondes nur etwa $^1/_{87}$, sein Durchmesser nur $^4/_{15}$ im Verhältniß zu unserer Erde beträgt, die Schwere aber nach einem bekannten Naturgesetz im geraden Verhältniß der Massen und im umgekehrten der Quadrate der Durchmesser abnimmt, so ist die Schwere auf dem Monde ungefähr sechsmal geringer als auf der Erde. Mit derselben Kraftanstrengung also, mit der Sie hier 16—17 Pfund heben, würden Sie dort einen Centner in Bewegung setzen können; mit derselben Kraft, mit der Sie hier einen Stein 10 Fuß hoch werfen, könnten Sie ihn dort 60 Fuß hoch schleudern. Unebenheiten des Bodens würden also einem in unserer Weise organisirten Mondbewohner dort kaum Schwierigkeiten bereiten. Schnell vermöchte er über Hügel hinzugleiten, die uns auf Erden riesige Wegebauten abnöthigen würden. Sie sehen, wie wenig man an dieses Verhältniß der Schwere gedacht hat, als man sich abmühte, den Mond in einer Weise zu bevölkern und zu bebauen, daß er von unserer Erde kaum noch zu unterscheiden war.

Lassen Sie uns nun aber auch nach den beiden wichtigsten irdischen Lebenselementen, Luft und Wasser, umschauen. Damit ist es dort oben leider schlecht bestellt. Lassen Sie sich nicht durch ein Gefühl von Mitleid für das Wohl der armen Mondmenschen bestechen; die Wissenschaft muß Ihnen durch alle Resultate ihrer bisherigen Forschung jeden Glauben an ein Dasein von Luft und Wasser, wie Sie es von der Erde her kennen, für den Mond verbieten. Jede

Digitized by Google

Luftart giebt sich bekanntlich dadurch zu erkennen, daß sie den hindurchgehenden Lichtstrahl ablenkt und schwächt. Die Atmosphäre des Mondes zeigt nicht das Geringste von Beidem. Die Landschaften des Randes erscheinen mit derselben Deutlichkeit wie die der Mitte, und ein Stern zeigt bei seinem Eintritte in den Mondrand so wenig als bei seinem Austritte eine Schwächung, Verzögerung oder Ablenkung seines Lichts. Auch der Wasserdampf müßte sich durch Strahlenbrechung verrathen, wenn er in jener Atmosphäre aufgelöst, oder wenn die Mondfläche mit Wasser bedeckt wäre, das seine Eigenschaft, zu verdunsten, dort doch auch nicht verleugnen könnte. Man hat Alles aufgeboten, dem Monde seine Atmosphäre zu retten. Man hat darauf hingewiesen, daß eine sehr dünne Luftschicht, selbst von einigen Tausend Fuß Höhe, in ihren Wirkungen kaum für unsere Fernröhre bemerklich werden könne. Man hat, namentlich seit Hansen in Gotha nachgewiesen, daß der Schwerpunkt des Mondes nicht mit seinem Mittelpunkt zusammenfalle, daß die uns zugewandte Monthälfte vielmehr bedeutend schwerer sei als die uns abgewandte, auf der letzteren der Mondatmosphäre eine Zuflucht angewiesen. Man hat gesagt, die uns zugewandte Mondscheibe sei gleichsam nur als ein bedeutend erhabenes Gebirgsplateau zu betrachten, das über die eigentliche Atmosphäre hinausrage, während die andere Hälfte alle Niederungen, alles Wasser, alle Luft und darum alles organische Leben umfasse. Wollen Sie nun kraft der unantastbaren Rechte Ihrer Phantasie Luft und Wasser des Mondes auf jenes abgewandte Jenseits verweisen, wollen Sie dort von paradiesischen Gefilden, rieselnden Bächen und milden Zephyren träumen, so kann ich nichts dawider haben, außer daß der geringe Theil dieser Fläche, der uns in Folge der Libration sichtbar wird, und der etwa $^1/_7$ dieser Fläche beträgt, noch nichts von einem solchen jenseitigen Luftreich verrathen hat. Wollen Sie das aber nicht, so bleibt Ihnen nur übrig, mit den meisten Astronomen eine Mondatmosphäre von so geringer Dichtigkeit und ein Mondwasser von so ätherischer Feinheit anzunehmen, daß in der Entfernung von 50,000 Meilen ihre Spuren nicht zu entdecken sind. Die sorgfältige Berechnung Bessel's ergab als äußerste Grenze der Möglichkeit eine Mondluft von fast tausendmal geringerer Dichtigkeit als unsere atmosphärische Luft. Sie sehen, wie wenig an eine Aehnlichkeit der Naturverhältnisse von Mond und Erde zu denken ist. Ganz andere Leiber müssen jene Mondbewohner tragen, anderes Blut muß in ihren Adern fließen, mit anderen Lungen müssen sie athmen. Wir wenigstens vermöchten in solcher Welt nicht zu leben!

Können Sie sich aber schon mit der Luft des Mondes nicht befreunden, so werden Sie es noch weniger mit seinem Kalender. Tage und Jahre giebt es dort eigentlich nicht; denn Tag und Jahr fallen zusammen und währen so lange als unsere Monate, 29 Tage 12 Stunden 44 Min. Auch ein Unterschied von Jahreszeiten ist kaum merkbar. Die Tage sind durch den ganzen Verlauf unseres Erdenjahrs fast von gleicher Dauer, alle Tage gleich hell, alle Nächte gleich dunkel. Der Mangel einer strahlenbrechenden Atmosphäre raubt die Wohlthat der Dämmerung, und nur die Langsamkeit des Sonnen-Auf- und Untergangs mildert etwas den Uebergang vom glänzendsten Tage zur dunkelsten Nacht.

Digitized by Google

Mit Augen gleich den unserigen würden die Mondbewohner diese scharfen Kontraste von Licht und Schatten nicht ertragen, indem sie jene sanften Uebergangsfarben zwischen Schwarz und Weiß, die unsere Welt mit ihrem bunten Spiel verschönen, nicht kennen. Ein schwarzer Himmel, sonnenbeglänzte Höhen, dämmerungsgraue Thäler, das wären die Lichtelemente ihrer Landschaft.

Während tiefes Dunkel die Nächte der jenseitigen Mondhälfte bezeichnet, und nur Sterne an der schwarzen Hülle funkeln, die fast 15 Tage lang sich über jener Fläche wölbt, giebt es auf der uns zugewandten Seite keine durchaus finstere Nacht; die Erde erleuchtet sie beständig und mit einem 14mal helleren Lichte, als uns der Mond leuchtet. Sie werden dieses Erdlicht in dem schwachen, aschgrauen Dämmerschein des unbeleuchteten Theiles des Mondes vor und nach dem Neumonde erkennen, wie es von der Erde empfangen, vom Monde abermals zur Erde zurückgeworfen wird. Sie werden vielleicht schon die Bemerkung gemacht haben, daß es Ihnen bei abnehmendem Monde lebhafter als bei zunehmendem erscheint, und einige Astronomen wollen dies dadurch erklären, daß zur einen Zeit die stärker reflectirende Continentalhälfte der Erde, zur andern die oceanische dem Monde gegenüber steht. Der ganze Himmel bewegt sich den Mondbewohnern langsam in $29^1/_2$ Tagen um seine Axe, und nur einmal gehen an dem langen Tage Sonne und Sterne auf und unter. Nur die Erde steht, wie Sie bereits wissen, für denselben Ort des Mondes fast unverrückt fest an ihrer Stelle. Alle 24 Stunden 50 Minuten wendet sie dem Mondbewohner alle ihre Seiten zu, und mit irdischen Sehorganen würde er auf der die Mondscheibe 14 mal an Fläche übertreffenden Erdscheibe nach einander Meere, Continente und Inseln vorüberziehen sehen. Er würde ihre Helligkeit wechseln sehen mit Land und Meer, mit Jahreszeiten und Kulturveränderungen, mit Wolken- und Nebelbildungen auf der Erde. So wird der Mondbewohner also nicht nur Uhr und Kalender an der Erde haben, sondern er wird sich auch Karten von der Erde entwerfen können, um deren Genauigkeit ihn in manchen Beziehungen unsere irdischen Geographen beneiden möchten.

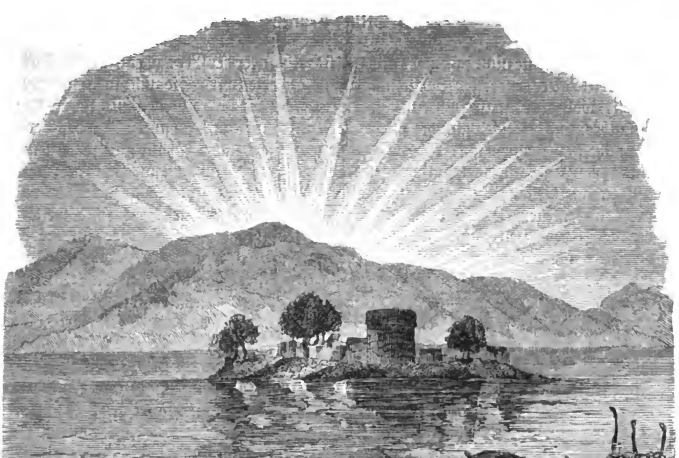
Auf der uns abgewandten Seite des Mondes erfährt der Bewohner von unserer Erde nichts, es müßten ihm denn Reisende von ihr berichten. Dafür aber ist diese Seite mit ihren dunkeln, fast 15tägigen Nächten die Sternwarte des Mondes, die schönste unseres Planetensystems überhaupt. Kein Erdschein, keine Dämmerung hindert dort die feinsten Beobachtungen; langsam nur verändern die Sterne ihre Oerter, und Wolken und Nebel verhüllen sie nicht.

Aber was helfen uns alle diese Vorzüge? werden Sie sagen; es wird uns unheimlich auf dieser fremden Welt. Die Sonne vermag diese dünne Luft kaum zu erwärmen, und wenn uns in den Ebenen des Aequators eine 14tägige Sonnenhitze ausgedörrt hat, versetzt uns eine 14tägige Nacht wieder in erstarrende Kälte. Unsere Augen werden geblendet von diesem dämmerungslosen, wolkenlosen, farblosen Tage. Wir brauchen Adleraugen, brauchen eine andere Empfindlichkeit unserer Nerven für Farben- und Lichttöne. Unser Körper ermüdet, er ist nicht kräftig, nicht ausdauernd genug gebaut für eine solche Tagearbeit!

Digitized by Google

Wohlan! So unerträglich, so unheimlich wird diese Fremde, und doch waren Sie nahe daran, sich von Ihrer Phantasie verleiten zu lassen, daraus eine Heimat für menschenähnliche Wesen zu schaffen! Verändern Sie eine der Naturbedingungen auf unserer Erde, und Ihre Existenz wird Ihnen ebenso gefährdet erscheinen. Denken Sie nur, welchen Einfluß allein die Beschaffenheit der Atmosphäre auf die Körpergestaltung ausübt! Unser Leben ist von der Sauerstoffmenge abhängig, die wir mit jedem Athemzuge aufnehmen. Auf hohen Bergen müssen wir schneller athmen, weil die Luft dünner ist. In der dünnen Mondluft würde eine Athmung Ihnen also nur dann noch möglich erscheinen, wenn auch das Blut eine langsamere Verbrennung erforderte. Aber damit hängt noch weit mehr zusammen. In so dünner Luft wird auch das Wachsthum der Pflanzen geringer sein, da ihnen die Nahrungsmittel ja ebenso verdünnt zugeführt werden. Der Ertrag einer Mondvegetation kann also in gleicher Zeit nur etwa der tausendste Theil von dem der irdischen sein. Da aber die Thierwelt wieder von der Pflanzenwelt abhängt, so muß auch wegen der geringern Nahrungsmenge ihre Masse in demselben Verhältniß zu der unserer Thierwelt stehen. Geben Sie also dem Mondbewohner dieselbe Dichtigkeit der Knochen und Muskeln, wie wir sie besitzen, so werden Sie ihn so verkleinern müssen, daß er kaum noch die Größe einer Linie, also etwa einer kleinen Ameise behält. Geben Sie ihm wiederum unsere Größe, so wird für seinen Körper kaum noch eine Dichtigkeit bleiben, welche die unserer Luft etwa überträfe. Aber noch mehr! Die langen Tage und Nächte des Mondes und die damit verbundenen außerordentlichen Temperaturwechsel werden Sie zu der Annahme nöthigen, daß die meisten Pflanzen dort in einem Mondtage oder Mondsommer ihr Wachsthum vollenden. Damit aber möchte wieder ein schnellerer Verlauf der Lebensprozesse überhaupt bedingt sein. Wenn aber der Kreislauf des Lebens dort zwölfmal schneller als auf der Erde erfolgt, so möchte wol gar das Leben der Individuen zu kurz werden für eine der irdischen gleiche Entfaltung geistiger Kultur. Mit jeder veränderten Naturbedingung entfernt sich die Gestaltung der fremden Lebenswelt mehr und mehr von dem Urbilde, das Sie von der Erde her mitgebracht hatten. Ich habe nicht ohne Absicht Ihren Aufenthalt auf dem Monde verlängert, nicht ohne Absicht den Fragen Ihrer Neugier Raum gegeben. Sie sollten gleich beim ersten Ausfluge in den Himmelsraum, gleich in der nächsten Nachbarschaft der Erde sich überzeugen, daß irdische Naturverhältnisse keinen Maßstab abzugeben vermögen für die Naturverhältnisse anderer Welten, daß Sie darauf verzichten müssen, in Geheimnisse des Lebens einzudringen, wo Ihnen nur Formen zur Erscheinung kommen, daß Sie der Phantasie keinen Finger breit Raum geben dürfen, wenn Sie nicht ein Reich der Träume statt der Wirklichkeit durchwandern wollen. Jetzt aber entfalten Sie von Neuem die Schwingen Ihres Geistes, aufzuschweben zu neuen Welten der Ferne!

Digitized by Google



Drittes Kapitel.

Die Sonne.

Zwanzig Millionen Meilen haben wir auf den Wellen des Lichtmeers durchflogen, vierhundertmal haben wir die Strecke, die den Mond von unserer Erde trennte, durchmessen, und vor uns schwebt nun der strahlende Riesenball der Sonne. Aber wer hat es gewagt, einen irdischen Maßstab zu legen an diese ungeheure Wegstrecke, durch die uns wol der Lichtstrahl in $8^1/_4$ Minuten tragen konnte, die aber zu durcheilen schon der Schall 14 Jahre brauchen würde? So fragen Sie verwundert, und in der That ist es noch nicht gar zu lange her, daß man eine genaue Kenntniß von dieser Entfernung hat. Pythagoras hielt noch den Abstand der Sonne und der Erde für nicht größer als etwa 16—18,000 Meilen, und selbst die größten Astronomen des Alterthums, Aristarch von Samos, Hipparch und Ptolemäus, wagten, trotz der scharfsinnigen Messungsmethode des

Digitized by Google

erstern, die Sonne nicht auf mehr als 1146 Halbmesser der Erde zu entfernen. Daß das Mittelalter an dieser Vorstellung nichts änderte, wird Sie nicht in Erstaunen setzen, wol aber, daß auch ein Copernicus, ein Tycho de Brahe nicht darüber hinauskamen. Kepler glaubte zwar diese Schätzung des Sonnenabstandes verdreifachen zu müssen, aber ohne doch einen eigentlichen Grund für seine neue Annahme zu haben. Erst im vorigen Jahrhundert begann man wirkliche Beobachtungen anzustellen, welche man genaueren Berechnungen der Sonnenentfernung zu Grunde legen konnte, und mit jeder Beobachtung rückte die Sonne weiter hinaus in den Weltraum. Im Jahre 1751 war durch Lacaille's Beobachtungen bereits ein Abstand von 20,123 Erdhalbmessern oder etwa 17 Mill. Meilen erreicht worden. Im Jahre 1769 endlich wurde das Resultat gewonnen, nach welchem ich Ihnen auch unsern heutigen Flug zur Sonne berechnet habe. Dies Resultat, das wir einem der wichtigsten und seltensten Ereignisse des Himmels und den vereinten Anstrengungen aller Nationen Europas verdanken, setzt die mittlere Entfernung der Sonne auf 23,984 Erdhalbmesser oder 20,682,329 geogr. Meilen fest. Freilich darf ich Ihnen auch diesen Werth nur als eine Annäherung zur Wahrheit bezeichnen, und ich mag Ihnen nicht verschweigen, daß ein Irrthum von $^1/_4$ Million Meilen mehr oder weniger von dieser Zahl noch keineswegs ausgeschlossen ist. Sie werden diese Langsamkeit und Unsicherheit in der Ausbildung unserer Kenntniß von der Sonnenentfernung unbegreiflich finden, Sie werden nach der Ursache fragen, warum nicht wenigstens in den letzten 90 Jahren ein weiterer Schritt hierin gethan ist, zumal doch die Gegenwart so reich an wahrhaft überraschenden Aufschlüssen auf dem Gebiete der Astronomie gewesen ist. Ich will es versuchen, Ihnen darauf eine Antwort zu geben.

Den Abstand eines Himmelskörpers von der Erde zu bestimmen, erfordert offenbar kein wesentlich anderes Verfahren, als dessen sich etwa der Feldmesser bedient, um den Abstand eines Orts auf der Erde von einem andern zu ermitteln. Auch der Himmelskörper wird, wenn er sich irgend in meßbarer Entfernung befindet, von zwei verschiedenen, hinreichend weit auseinander gelegenen Beobachtungspunkten, natürlich im gleichen Augenblicke, an verschiedenen Orten, d. h. unter verschiedenen Winkeln mit dem Horizont oder dem Zenith gesehen werden. Kennt man also den Abstand der Beobachtungsörter und den Unterschied der beiden Winkel, unter welchen der Himmelskörper beobachtet wurde, so kann man daraus den Abstand berechnen. Der Unterschied dieser Winkel entspricht zugleich dem Winkel, welchen die von den Beobachtungsorten auf den Himmelskörper gerichteten Gesichtslinien einschließen, und ist offenbar der Gesichtswinkel selbst, unter welchem der Abstand der Beobachtungsorte von dem Punkte, dessen Entfernung man sucht, gesehen werden würde. Ich kann Ihnen nun in aller Kürze sagen, daß es eben dieser Winkel ist, den der Astronom als Parallaxe bezeichnet, vorausgesetzt nämlich, daß der Abstand der beiden Beobachtungsorte der Halbmesser der Erde selbst ist; eine Voraussetzung, die allerdings nur zutrifft, wenn der eine Beobachtungsort der Mittelpunkt der Erde selbst und der

Digitized by Google

andere so gewählt ist, daß der Himmelskörper, dessen Abstand gemessen werden soll, in dem Horizonte desselben erscheint. Daß jede wirkliche Beobachtung auf diese ideellen Bedingungen durch Rechnung zurückgeführt werden kann, dies Ihnen nachzuweisen, würde mich in diesem Augenblicke zu weit führen. Halten Sie nur daran fest, daß wir unter der Parallaxe den Gesichtswinkel verstehen, unter welchem der Erdhalbmesser von dem Punkte aus gesehen erscheinen würde, dessen Abstand gesucht werden soll.

Die ganze Schwierigkeit einer solchen Messung liegt also nur in der Größe des zu messenden Abstandes, da durch diese der Einfluß bedingt ist, welchen die möglichen Beobachtungsfehler auf die Sicherheit des Resultats haben. Je entfernter das Gestirn, desto kleiner wird die Parallaxe, und mit desto größerer Genauigkeit muß sie bestimmt werden, wenn die Fehler nicht einen zu bedeutenden Bruchtheil des Resultats umfassen sollen. Die Bestimmung der Mondparallaxe bietet darum die geringsten Schwierigkeiten, und über den Abstand des Mondes ist man niemals in allzugroßer Unsicherheit gewesen. Die gleichzeitigen Beobachtungen, welche im J. 1756 Lalande in Berlin und Lacaille am Kap der guten Hoffnung anstellten, haben die Mondparallaxe in einem hohen Grade von Genauigkeit kennen gelehrt. Sie beträgt im Mittel 57′ 40″ und entspricht einem Abstande des Mondes, der etwa sechzigmal den Halbmesser der Erde übertrifft, also 51,500 Meilen. Sie wissen nun, daß bei solchen Beobachtungen ein Fehler von der Größe einer Secunde leicht vorkommen kann; aber ein solcher Fehler würde bei der Mondparallaxe offenbar nur den 3420. Theil des ganzen Resultats ausmachen, also nur etwa 15 geogr. Meilen entsprechen. Ganz anders gestaltet sich dies in Betreff der Sonnenparallaxe. Ich kann Ihnen im Voraus sagen, daß dieselbe höchstens 8″,6 beträgt; ein Fehler von 1 Secunde würde also hier fast den achten Theil des Resultats umfassen und damit die Bedeutung von fast 3 Millionen Meilen erlangen.

Sie werden sich jetzt nicht mehr wundern, daß die Alten eine so irrthümliche Vorstellung von der Entfernung der Sonne hatten. Wie hätten sie mit ihren mangelhaften Beobachtungsmitteln versuchen sollen, einen Winkel von wenigen Sekunden, wie ihn die Sonnenparallaxe darbietet, zu messen! Sie haben es in der That nicht versucht; aber um so größere Anerkennung verdient der Scharfsinn eines Aristarch von Samos, der gleichwol ein Mittel aufzufinden wußte, um sich wenigstens eine annähernde Kenntniß von jener Entfernung zu verschaffen. Wenn nämlich der Erdhalbmesser für die damaligen Beobachtungsmittel zu klein war, als daß der Winkel, unter dem er sich einem Beobachter auf der Sonne hätte darbieten müssen, gemessen werden konnte, so werden Sie leicht begreifen, daß der Abstand des Mondes von der Erde, unter einem 60 mal größern Winkel erscheinend, bei weitem eher eine Messung ermöglichen mußte. Die Secunden der eigentlichen Sonnenparallaxe verwandelten sich ja für diese vergrößerte Grundlinie in Minuten. Aber Aristarch wußte auch eine Gelegenheit zu finden, um diesen Winkel zu messen. Er erkannte mit Recht, daß in dem Augenblicke, wo der Mond genau in sein erstes Viertel eintritt, d. h. wo

Digitized by Google

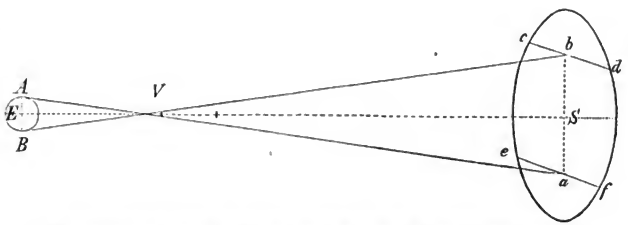
die Sonne genau die Hälfte der uns zugewandten Mondscheibe erleuchtet, Sonne, Mond und Erde unter einander ein rechtwinkliges Dreieck bilden, dessen rechter Winkel im Monde seinen Scheitelpunkt hat. Es galt also nur, den Winkel zu messen, welchen Sonne und Mond in diesem Augenblicke für den Beobachter auf der Erde bildeten, um daraus den Winkel an der Sonne selbst abzuleiten, unter welchem der Abstand des Mondes von der Erde erscheinen mußte. Daß Aristarch für diesen Winkel die Größe von 3^0 fand, und daß sich ihm daraus eine Sonnenparallaxe von $3'$ also ein Sonnenabstand von nur 20 Mondbahnhalbmessern oder 1146 Erdhalbmessern ergab, lag lediglich an der Unvollkommenheit seiner Beobachtungsmittel. Wie weit er aber damit von der Wahrheit entfernt blieb, können Sie daraus entnehmen, daß jene Schätzung des Sonnenabstandes nur zehnmal den wirklichen Halbmesser des Sonnenkörpers selbst übertraf, wie er uns jetzt bekannt ist.

Die außerordentliche Kleinheit der Sonnenparallaxe gestattete auch später, ja bis auf den heutigen Tag nicht die unmittelbare Messung dieses Winkels. Auch die Astronomen des 18. Jahrhunderts mußten Umwege einschlagen, um zu seiner Kenntniß zu gelangen. Die Verhältnisse unseres Planetensystems waren inzwischen durch die Kepler'schen Gesetze mit einer Genauigkeit festgestellt worden, die nichts zu wünschen übrig ließ, ohne daß man auch nur das Geringste von seinen wirklichen Dimensionen erkundet hatte. Es bedurfte nur der Kenntniß des Abstandes eines einzigen Planeten von der Sonne, um das Maß für alle übrigen räumlichen Beziehungen des Systems zu gewinnen, gleichwie für den Geometer die Kenntniß einer einzigen Seite eines Dreiecks, dessen Winkel er bestimmt hat, zur Kenntniß aller andern genügt. Richer, Römer, Cassini, Flamsteed, Bradley und andere Astronomen bemühten sich daher die Parallaxe des Mars zu finden. Sie benutzten dazu den Augenblick, wo der Mars in Opposition mit der Erde stand, indem sie dabei von der ganz richtigen Ueberlegung ausgingen, daß, wenn die Entfernung des Planeten von der Erde nicht gerade außerordentlich groß sei, seine Bewegung mit der eines benachbarten Fixsternes nicht vollkommen übereinstimmen könne, daß sich also einige Stunden vor und nach seinem Meridiandurchgange andere Werthe für den Unterschied zwischen der Rectascension des Planeten und des Fixsternes ergeben müssen, als für den Augenblick des Meridiandurchganges selbst. Aus der Größe dieser Veränderung schloß man durch Rechnung auf die Parallaxe des Planeten. So erfuhr man den Abstand des Planeten von der Erde, und nach dem bekannten Kepler'schen Gesetz, daß sich die Kubikzahlen der Entfernungen zweier Planeten von der Sonne verhalten wie die Quadratzahlen ihrer Umlaufszeiten, war es leicht, auch die Entfernung der Erde von der Sonne zu berechnen. Daß auf diese Weise allerdings eine wesentliche Berichtigung in der Kenntniß des Sonnenabstandes und damit aller Raumgrößen des Planetensystems herbeigeführt wurde, habe ich bereits erwähnt. Aber die so erhaltenen Angaben für die Sonnenparallaxe schwankten doch noch immer zwischen 9 und 12 Secunden, und die Unsicherheit, welche den Sonnenabstand selbst behaftete,

Digitized by Google

erstreckte sich noch auf Millionen von Meilen. Auch die ähnlichen Beobachtungen, welche Lacaille im J. 1751 für die Venus in ihrer untern Conjunction anstellte, führten zu keiner größern Näherung.

Da trat jenes Ereigniß ein, welches, so unscheinbar für den Laien, doch von so entscheidender Bedeutung für die Kenntniß unseres Planetensystems werden sollte, der Durchgang der Venus vor der Sonnenscheibe. Es trat zuerst ein im Jahre 1761 und wiederholte sich im Jahre 1768. Schon seit fast einem Jahrhundert waren die Erwartungen aller Astronomen auf dieses Ereigniß gerichtet; denn der große Halley war es, der schon im Jahre 1677 den kühnen Gedanken aussprach, daß in dieser Erscheinung das sicherste Mittel zur Bestimmung der Sonnenparallaxe gegeben sei. Halley's Gedanke verdient in der That die höchste Bewunderung, denn er ersetzte die direkte Messung der Sonnenparallaxe durch die Beobachtung einer Erscheinung, die einerseits durchaus abhängig von jener, andererseits durch die Größe ihrer Ausdehnung eine weit leichtere Messung gestattet. Statt einen Winkel von wenigen Secunden forderte er eine Zeitdauer zu messen, die selbst eine Viertelstunde übersteigt. Man kann diese von Halley empfohlene Methode geradezu mit dem mikroskopischen Verfahren vergleichen, das man zur Messung sehr kleiner Linien anwendet. Man vergrößert nämlich die Linie mit Hülfe eines Mikroskops, vergleicht die vergrößerte Linie mit einem sehr fein getheilten Maßstab und theilt endlich das so erhaltene Resultat durch die Zahl der angewandten Vergrößerung. Um Sie von dem Treffenden und Naheliegenden dieses Vergleichs zu überzeugen, will ich versuchen, Ihnen den Grundgedanken klar zu machen, auf welchem das Halley'sche Verfahren, mit Hülfe der Venusdurchgänge die Sonnenparallaxe zu bestimmen, beruht.



Ermittelung des Abstandes der Sonne von der Erde mit Hülfe der Venusdurchgänge.

Ich habe Ihnen schon gesagt, daß das Verhältniß zwischen den Abständen der Venus und der Erde von der Sonne auch ohne die Kenntniß der Abstände selbst aus allgemeinen kosmischen Gesetzen längst bekannt ist. In dem Augenblicke nun, wo die Venus vor der Sonne vorübergeht und alle drei Weltkörper in einer geraden Linie stehen, muß die Venus eine Stellung einnehmen, welche

Digitized by Google

die gerade Linie von der Erde zur Sonne nach dem bekannten Verhältniß theilt. Wir wollen dies Verhältniß für den Augenblick des Ereignisses zu 0,73 annehmen, und bedeutend wird es nie von dieser Zahl abweichen können. Dann wird also, wenn wir mit V den Ort der Venus bezeichnen, $SV=0{,}73$, $EV=0{,}27$ sein. Wir wollen weiter möglichster Einfachheit wegen annehmen, zwei Beobachter befänden sich an den äußersten Endpunkten eines senkrecht auf der Bahnebene stehenden Durchmessers der Erde AB. Diese beiden Beobachter werden nun offenbar die Venus nicht an demselben Punkte der Sonnenscheibe sich darstellen sehen; der eine wird sie in a, der andere in b erblicken. Die Linie ab, d. h. der Abstand der scheinbaren Oerter der Venus, steht nun zu der Linie AB in demselben Verhältniß wie der Abstand der Venus von der Sonne VS zu dem Abstand der Venus von der Erde VE, also in dem Verhältniß von 73..27 oder 2,7..1. Der Winkel also, unter welchem die Linie ab von der Erde aus gesehen wird, ist der 2,7 mal vergrößerte Winkel, unter welchem AB von der Sonne aus gesehen wird, d. h. die 2,7 mal vergrößerte doppelte Parallaxe der Sonne. Sie sehen, daß die von mir angedeutete mikroskopische Vergrößerung der Sonnenparallaxe damit in der That erreicht ist, und daß es nur noch darauf ankommt, den Winkel, unter welchem ab von der Erde aus erscheint, zu messen.

Beide Beobachter werden die Venus eine Sehne der Sonnenscheibe durchlaufen sehen, aber jeder eine andere, der Beobachter in A die Sehne ef, der Beobachter in B die Sehne cd. Kann man also die Lage dieser beiden Sehnen in der Sonnenscheibe genau bestimmen, so kann man daraus auch auf ihren Abstand von einander, also auf die Größe der Linie ab schließen. Nun ist aber die Geschwindigkeit der Venusbewegung in Beziehung auf die Sonne bekannt und also auch für den Augenblick der Beobachtung aus astronomischen Tafeln zu ersehen; man kann ferner an jedem Beobachtungsorte die Zeitdauer messen, welche die Venus braucht, um die Sonnenscheibe zu durchlaufen; man kann also auch unmittelbar daraus die Größe der Sehne ableiten, welche sie für jeden der Beobachter auf der Sonnenscheibe durchlaufen hat. Vergleicht man nun die so erhaltenen Werthe der beiden Sehnen mit dem scheinbaren Durchmesser der Sonnenscheibe im Augenblicke der Beobachtung, so wird man durch ein einfaches geometrisches Verfahren die Lage jeder Sehne in Bezug auf den Mittelpunkt der Sonnenscheibe, also auch ihren Abstand von einander bestimmen können.

Sie werden daraus begreifen, daß nicht jeder Venusdurchgang gleich sichere Resultate für die Messung der Sonnenparallaxe geben kann. Bedenken Sie, daß die ganze Parallaxe, wie sie in den Jahren 1761 und 1769 ermittelt wurde, nur 8″,6 beträgt, daß der scheinbare Erddurchmesser, von der Sonne gesehen, nur unter einem Winkel von 17″,2 erscheint, daß also der Abstand der erwähnten Sehnen auf der Sonnenscheibe auch kaum $^3/_4$ Minuten, d. h. etwa den 42. Theil des scheinbaren Sonnendurchmessers erreicht. Der Grad der Genauigkeit der Messung wird also sehr durch die Lage der beiden Sehnen bestimmt. Liegen sie dem Mittelpunkte der Sonnenscheibe sehr nahe, so wird

Digitized by Google

ihr Längenunterschied nur sehr gering sein. Der kleinste der immerhin unvermeidlichen Beobachtungsfehler, welcher die Länge einer solchen Sehne nur im Geringsten verändert, wird dann auch eine bedeutende Aenderung für den Abstaind beider Sehnen zur Folge haben. Ereignet sich aber der Venusdurchgang en einer ansehnlichen Entfernung vom Mittelpunkte der Sonnenscheibe, so wird in kleiner Irrthum in der Länge einer jener Sehnen ohne wesentlichen Einfluß auf ihren Abstand bleiben und das Endresultat also bei den gleichen Beobachtungsfehlern wie vorher eine bedeutend größere Genauigkeit erhalten. Ich brauche Ihnen nicht erst zu sagen, daß die Ereignisse der Jahre 1761 und namentlich 1769 zu den günstigsten dieser Art gehörten, da der Unterschied zwischen der in Lappland beobachteten Dauer des Venusdurchgangs und der auf Otahaiti beobachteten im letzten Jahre 23 Min. 23 Sec. betrug.

Schon bei dieser oberflächlichen Kenntniß des Halley'schen Vorschlages werden Sie es begreiflich finden, daß alle Astronomen des vorigen Jahrhunderts darnach brannten, durch den Erfolg seine Anwendbarkeit zu prüfen. Schon das erste Ereigniß dieser Art, das auf dem Kap der guten Hoffnung, in Lappland und zu Tobolsk in Sibirien beobachtet wurde, bewährte aufs glänzendste die gehegten Erwartungen. Als daher die Wiederkehr desselben im Jahre 1769 bevorstand, vereinigten sich alle Nationen Europas, um zu seiner Beobachtung Astronomen an die entlegensten Theile der Erde auszusenden. Das war aber nöthig, wenn man eine Ausgleichung der unvermeidlichen Beobachtungsfehler hoffen wollte. Frankreich sandte den Abbé Chappe nach Californien, in Englands Auftrage gingen Cook und Green nach Otahaiti, Dymond und Wales an die Küsten der Hudsonsbai, Call nach Madras in Indien. Rußland schickte zahlreiche Astronomen nach verschiedenen Punkten Lapplands; der Wiener Astronom Pater Hall ging im Auftrage Dänemarks nach Wardöhuus, der schwedische Astronom Planmann nach Cajaneborg in Finnland. Das Endresultat aller dieser Beobachtungen war nach Enke's späterer Berechnung eine Sonnenparallaxe von 8",5711 oder ein mittlerer Sonnenabstand von 20,682,329 geogr. Meilen.

Daß aber auch dieses Resultat nur als ein Näherungswerth betrachtet werden darf, habe ich Ihnen schon gesagt. Zu einer weiteren Berichtigung desselben wird es neuer Beobachtungen bedürfen. Sie wissen aber, wie selten das Ereigniß ist, das solche Beobachtungen gestattet, Sie wissen, daß es höchstens zweimal in einem Jahrhundert eintritt, und daß die nächsten Venusdurchgänge erst wieder in den Jahren 1874 und 1882 zu erwarten sind. Die Ursache dieser Seltenheit liegt, wie Sie schon von den durch den Mond bewirkten Finsternissen her wissen, in der Neigung der Bahnebene der Venus gegen die Bahnebene der Erde. Bewegte sich die Venus in der Ebene der Ekliptik, so müßte sie in jeder untern Conjunction vor der Sonne erscheinen. Aber die Bahn der Venus ist um $3^0\ 24'$ gegen die Ebene der Ekliptik geneigt, und so wird die Venus meistentheils zur Zeit ihrer Conjunction ober- oder unterhalb der Sonne stehen. Nur wenn sie sich in der Nähe eines der Knoten ihrer Bahn,

Digitized by Google

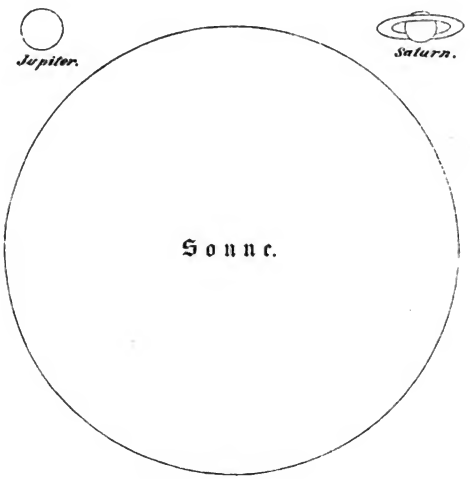
also in der Nähe der Ekliptik befindet, kann sie vor der Sonnenscheibe sichtbar werden. Vergleichen wir nun die Umläufe der Venus und der Erde, so ergibt sich, daß 8 Umläufe der Erde nahezu 13 Umläufen der Venus und also wieder 235 Umläufe der Erde 382 Umläufen der Venus gleich sind. Ist also einmal die Venus in der Nähe eines ihrer Knoten vor der Sonnenscheibe erschienen, so kann dieser Durchgang nach 8 Jahren wiederkehren, dann aber erst nach Verlauf von 235 Jahren sich wieder ereignen. Dasselbe gilt natürlich auch für den zweiten Knoten der Venusbahn, und Sie sehen daraus, daß ein Venusdurchgang sich nur viermal im Verlaufe von 243 Jahren, also höchstens zweimal in einem Jahrhundert ereignen kann.

Sie werden sich nun um so mehr wundern, daß man nicht die ungleich häufigeren Merkurdurchgänge zur Bestimmung der Sonnenparallaxe benutzt hat. Aber ich muß Sie an einen früher gebrauchten Vergleich erinnern. Der Merkur würde nicht Das leisten, was ich als eine Art von mikroskopischer Vergrößerung der Sonnenparallaxe bezeichnete. Der Merkur steht nahezu in der Mitte zwischen Sonne und Erde, ja sogar der Sonne etwas näher als der Erde, und der Abstand der Sehnen, welche der Merkur für zwei um den ganzen Erddurchmesser getrennte Beobachter an der Sonnenscheibe zu durchlaufen scheint, muß darum noch kleiner sein als die Sonnenparallaxe selbst. Wir müssen daher geduldig das Jahr 1874 abwarten, um vielleicht neue Aufschlüsse über die Größen- und Raumverhältnisse unseres Planetensystems zu erhalten. Denn daß auch die Größen der Weltkörper durch ihre Parallaxen uns erschlossen werden, versteht sich von selbst. Wir kennen ja durch die Parallaxe den scheinbaren Durchmesser der Erdscheibe, wie sie von der Sonne aus erblickt werden würde; er beträgt 17″,2. Wir kennen aber auch durch genaue Mikrometermessungen den mittlern Durchmesser, den die Sonnenscheibe unserem Anblick bietet; er mißt 32′ 3″,3. Wir ersehen daraus, daß der wirkliche Durchmesser des Sonnenkörpers den unserer Erde fast 112 mal übertrifft, also 192,608 geogr. Meilen mißt; und daraus folgt, daß an Rauminhalt der Sonnenkörper sogar 1,409,725mal unsern Erdball umfaßt.

So haben wir denn auch durch den wissenschaftlichen Gedanken den ungeheuren Raum zur Sonne zurückgelegt. Vor uns schwebt der Riesenball, vor dem unsere Erde zu einem Punkte schwindet, gegen den selbst die Riesenplaneten, denen wir auf spätern Wegen begegnen werden, wie Spielbälle erscheinen. In 400mal weiterer Ferne als der Mond schwebt er, und wenn auch seine ungeheure Größe trotz dieser Ferne seine Scheibe uns etwas größer als die Mondscheibe erscheinen läßt, so können Sie doch ermessen, wie wenig selbst der Scharfblick des Astronomen in solcher Ferne auszurichten vermag. Eine 400 malige Vergrößerung würde selbst bei der vollkommensten Schärfe der Bilder ihn eine Sonnenlandschaft doch nur so erblicken lassen, wie das bloße Auge den Mond erschaut. Und wenn Sie nun erfahren, daß die Astronomen sogar selten im Stande sind, stärkere Vergrößerungen als 150—200malige zur Beobachtung der Sonne anzuwenden, so werden Sie sich vollends nicht viel von den Aufschlüssen der Wissenschaft über die Natur der Sonnenoberfläche versprechen.

Digitized by Google

Aber stürzen Sie sich nicht ohne Weiteres in das blendende Lichtmeer dieser unbekannten Welt. Denken Sie an das Schicksal jener reizenden Semele der griechischen Sage, die von dem Götterglanz ihres Geliebten vernichtet ward. Auch das irdische Auge bedarf eines Schutzes, wenn es straflos sich jenem Glanze nahen soll. Vergessen Sie nicht, daß das Sonnenlicht 15000mal das Licht Ihrer Kerzen überstrahlt. Lassen Sie sich also zu Vorsichtsmaßregeln rathen, ehe Sie Ihr irdisches Auge in die Geheimnisse des Sonnenkörpers tauchen.



Größe der Sonne im Verhältniß zum Jupiter, Saturn und zur Mondferne.

Schon ehe die Erfindung der Fernröhre den Weg des Lichtes vom Auge zur Sonne abkürzen gelehrt hatte, waren die Astronomen auf Mittel bedacht gewesen, die Sonne zu betrachten, ohne vollständig geblendet zu werden. Einige ließen das Sonnenbild von einer Wasserfläche oder von irgend einem andern in geringem Grade reflectirenden Spiegel zurückstrahlen; andere wandten eine Art von Camera obscura an, durch deren kleine Oeffnung sie das Sonnenbild auf einem weißen Papier auffingen. Im 16. Jahrhundert begann man auch die Sonne durch eine Verbindung von verschieden gefärbten

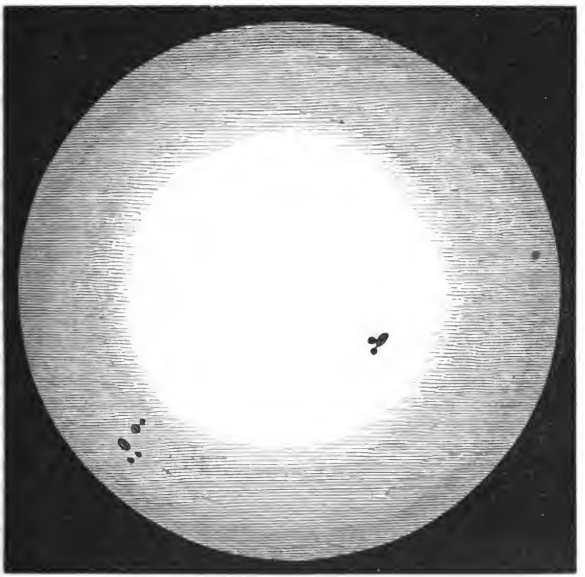
Digitized by Google

Gläsern zu betrachten, aber erst zu Anfang des 17. Jahrhunderts kamen diese gefärbten Gläser auch in Verbindung mit Fernröhren in Gebrauch. Es ist wahrhaft zu verwundern, daß ein Astronom wie Galilei sich dieses einfachen Verfahrens nicht bediente. Es hätte diesen großen Mann vielleicht vor den Augenschmerzen, die ihn so oft plagten, und vor der völligen Blindheit bewahrt, die ihn in seinen letzten Lebensjahren ereilte. Heutzutage bedienen sich die Astronomen bei Betrachtung der Sonne fast allgemein eines sogenannten Blendglases, d. h. eines mit rother, gelber, grüner oder violetter Farbe gesättigten und darum nur wenig durchsichtigen Planglases, das vor dem Ocular des Fernrohrs festgeschraubt wird. Die Sonnenscheibe erscheint bei solcher Vorrichtung hell, aber strahlenlos und gefärbt, ohne das Auge irgend zu verletzen. Daß die Wahl der Färbung, welche man diesen Blendgläsern gibt, von großer Wichtigkeit ist, versteht sich von selbst. Wendet man rothe Gläser an, so lassen diese, selbst wenn sie das Sonnenlicht in hinreichendem Grade schwächen, um es ohne Beschwerde ertragen zu können, doch eine große Menge Wärmestrahlen hindurch, die gleichfalls dem Auge des Beobachters gefährlich werden können. Wendet man grüne Gläser an, so halten diese zwar die Wärme zum größten Theile ab, aber sie müssen eine übermäßige Dicke besitzen, um nicht das Licht in einer gefahrdrohenden Intensität durchzulassen. Auch die Stellung, welche man dem Blendglase anweist, ist nicht gleichgültig. Wenn es, wie gewöhnlich, vor dem Ocular des Fernrohrs angebracht ist, so leidet zwar die Reinheit des im Brennpunkt erzeugten Bildes nicht im Geringsten, aber die Lichtstrahlen, welche aus dem Ocular austreten und durch das gefärbte Glas gehen, sind in solchem Grade concentrirt, daß ihre intensive Wärmewirkung oft eine plötzliche Ausdehnung, selbst ein Springen der Gläser verursacht, mindestens ihre Politur verdirbt. Man könnte nun zwar das Blendglas zwischen Ocular und Objectiv anbringen, wo die Concentrirung der Lichtstrahlen noch nicht eingetreten ist; aber dann würden wieder die Fehler und Streifen der gefärbten Gläser, durch das Ocular vergrößert, die Schärfe der Bilder beeinträchtigen. Sie sehen also Schwierigkeiten, ja selbst Gefahren bleiben immer mit den Sonnenbeobachtungen verknüpft. Man stelle sie an, wie man wolle, auf die Länge hin werden sie das Auge doch angreifen. Bekommen nun gar die Blendgläser während des Beobachtens Sprünge, so gelangt augenblicklich ein unerträglich heller Sonnenblitz in das Auge, das man schnell abwenden muß. Hat man vielleicht, während ein Wolkenflor die Sonne verhüllte, das Blendglas für einen Augenblick zu entfernen gewagt, und die Sonne wird nun plötzlich frei, so trifft wieder das Auge die gefährliche Blendung. Leider übertreibe ich die Gefahren nicht. Schon zahlreiche Astronomen, die sich mit der Untersuchung der physischen Beschaffenheit der Sonne beschäftigten, sind blind geworden, weil sie entweder die nöthige Vorsicht außer Acht gelassen oder von ihren Vorkehrungsmitteln im Stich gelassen wurden. Auch in der Wissenschaft wird Opfermuth gefordert.

Sie werden nach allen diesen Andeutungen Ihre Erwartung in Betreff einer wissenschaftlichen Kunde von der Natur der Sonnenoberfläche nicht zu hoch

Digitized by Google

ſpannen. Sie haben ja hier nicht, wie auf dem Monde, eine dunkle Fläche vor ſich, deren Einzelnheiten durch die Beleuchtung hervorgehoben und zu einer Landſchaft geſtaltet werden könnten; ſondern Sie haben umgekehrt mit einer lichtſpendenden Fläche zu thun, auf welcher Sie ſich gewiſſermaßen nur von Verdunkelungen Aufſchlüſſe verſprechen können. Hier iſt das Licht eine verdeckende Hülle, durch deren Lücken die Geheimniſſe hervorlugen. Nähern Sie ſich nun dieſem Lichtball, ſo weit Sie es überhaupt wagen dürfen, ſo erblicken Sie eine



Photographiſches Bild der Sonnenſcheibe mit Sonnenflecken.

Fläche von keineswegs ganz gleichförmigem Glanz. Die ganze Sonnenoberfläche erſcheint mit zahlloſen kleinen Unebenheiten beſetzt, gleichſam marmorirt oder geädert, wie die Schale einer Orange. Mitten in dieſem glänzenden Lichtgeäder nun werden Ihnen einige dunkle, braungraue oder ſchwarze Flecken von unregelmäßiger Geſtalt und größerer oder geringerer Ausdehnung auffallen. Wenn Sie mehrere Tage hinter einander Ihre Beobachtungen wiederholen, ſo werden Sie dieſe Flecken, die Ihnen zuerſt am öſtlichen Rande erſchienen, all-

Digitized by Google

mälig nach dem Mittelpunkte der Scheibe vorrücken, an diesem vorüberziehen und endlich am westlichen Rande verschwinden sehen. Ja nach einiger Zeit werden sich dieselben Flecke vielleicht am östlichen Rande abermals zeigen, um abermals ihren Lauf über die Sonnenscheibe zu vollenden. Sie könnten dabei im ersten Augenblicke wol an dunkle Körper denken, die sich um die Sonne bewegen. Dagegen spricht freilich schon, daß solche Flecken oft plötzlich mitten auf der Sonnenscheibe entstehen oder verschwinden, oder ihre Größe und Form manchfach verändern. Dagegen spricht ferner, daß, wenn solche Flecken mehrmals wiederkehren, die Zeit ihrer Sichtbarkeit der Dauer ihrer Abwesenheit genau gleich ist, was doch nie bei einem einigermaßen entfernt um die Sonne kreisenden Körper der Fall sein könnte. Hätten Sie vollends einmal Gelegenheit gehabt, zur Zeit einer Sonnenfinsterniß oder eines Merkurdurchgangs die Nachtseiten solcher vorüberziehender Himmelskörper unmittelbar mit Sonnenflecken zu vergleichen, so würden Sie unmöglich noch diese dann hell lichtbraun erscheinenden Flecken mit wirklichen dunkeln Körpern verwechseln können.

Sie werden zugeben, daß hier in der That gar nichts Anderes übrig bleibt als die Annahme, daß die Sonnenflecken auf der Sonnenoberfläche selbst haften, und daß die erwähnten Veränderungen ihrer Erscheinung nur durch eine rotirende Bewegung des Sonnenkörpers um sich selbst bewirkt werden können. Schon jene gleiche Dauer der Zeiten, während welcher ein Sonnenfleck abwechselnd sichtbar und unsichtbar ist, läßt keine andere Erklärung zu. Aber aus dieser Annahme werden uns neue wichtige Schlußfolgerungen hervorgehen. Eine der ersten ist die Kugelgestalt der Sonne. Lassen Sie diese einmal ohne Weiteres gelten. Jeder Sonnenfleck wird dann, wenn er in Folge der Sonnenrotation von der abgewandten Sonnenhälfte auf die uns zugewandte Seite übergeht, anfangs einen gegen unsere Gesichtslinie sehr schief gerichteten Bogen beschreiben, und da wir diesen Bogen in der Verkürzung sehen, so muß der Sonnenflecken uns fast unbeweglich erscheinen. Wenn dann die Drehung weiter fortschreitet, so muß auch die Geschwindigkeit, mit welcher sich der Sonnenfleck zu bewegen scheint, zunehmen, bis die Mittellinie überschritten ist, und nun wieder ebenso eine Verlangsamung der scheinbaren Bewegung erfolgt. Auch die Gestalt des Sonnenfleckens muß mit der Lage wechseln, die er auf der Sonnenscheibe einnimmt. Nur im Mittelpunkt dieser Scheibe kann er seine wahre Gestalt zeigen; je näher den Sonnenrändern, um so mehr muß er sich der schiefen Richtung wegen, in der er sich uns darstellt, verschmälern. Das Alles stimmt in der That auf das genaueste mit der wirklichen Beobachtung überein.

Aber nicht die Thatsache der Sonnenrotation allein folgt aus dieser Erklärung der Sonnenflecken, auch die Messung ihrer Geschwindigkeit und der Lage des Sonnenäquators, wie der Neigung der Axe gegen die Ebene unserer Erdbahn ist dadurch bedingt. Wenn man nämlich solche Sonnenflecken auf ihrem Laufe über die Sonnenscheibe eine hinreichend lange Zeit hindurch verfolgt, — und es giebt deren, die Monate lang in ihrer Sichtbarkeit verharren, — so findet man daß sie ziemlich regelmäßig nach Ablauf von $27^1/_2$ Tagen dieselbe Lage wieder

Digitized by Google

einnehmen, in der sie anfangs gesehen wurden. Dieser Zeitraum entspricht nun allerdings noch nicht der Dauer einer Sonnenrotation selbst. Sie müssen bedenken, daß sich auch die Erde in dieser Zeit bereits ein beträchtliches Stück auf ihrer Bahn fortbewegt hat, daß wir also den Mittelpunkt der Sonne nicht mehr in derselben Richtung wie früher sehen. Der Punkt, welcher jetzt den Mittelpunkt der Sonnenscheibe bildet, wird vielmehr um denselben Kreisbogen von dem frühern entfernt sein, welchen die Erde in ihrer Bahn durchlaufen hat. Dieser

Sonnenflecken.

Bogen aber, den die Erde in $27^1/_2$ Tagen zurückgelegt, entspricht etwa dem dreizehnten Theil der ganzen Bahn. Die Sonne hat also in $27^1/_2$ Tagen nicht allein eine ganze Rotation vollendet, sondern diese sogar noch um ihren dreizehnten Theil überschritten, und die Zeit, welche sie für diesen Ueberschuß aufgewandt hat, wird ungefähr zwei Tage messen. Die wirkliche Dauer einer Sonnenrotation ist daher auf etwa $25^1/_2$ Tage festzusetzen. Natürlich ist auch das nur eine annähernde Zahl, da sie aus zahlreichen Beobachtungen

Digitized by Google

von Sonnenflecken hervorgegangen ist, die keineswegs eine volle Uebereinstimmung zeigen. Sie haben hier überdies dieselbe Erscheinung, die dem Weltumsegler entgegentritt, wenn er bei seiner Rückkehr in die Heimat einen Tag in seinem Kalender weniger zählt, als die Sonne am Himmel gemessen hat. Auch hier gewahren wir scheinbar nur 13 Rotationen der Sonne in einem Jahre, während sie in Wirklichkeit doch 14 vollendet hat. Aus der Richtung, welche die Sonnenflecken auf ihrem Wege über die Sonnenscheibe nehmen, läßt sich natürlich auch die Lage des Sonnenäquators bestimmen. Man hat seine Neigung gegen die Erdbahn ungefähr zu $7^1/_4$ Grad gefunden.

Es bleibt uns jetzt noch eine höchst wichtige Aufgabe zu erfüllen. Wenn die Sonnenflecken wirklich der Sonnenoberfläche selbst angehören, so muß ihre Beobachtung auch zu Aufschlüssen über die Naturbeschaffenheit der Sonne führen. Es fragt sich nur, wie weit diese Beobachtung vorgeschritten ist, und welche Vorstellung wir uns von dem eigentlichen Wesen dieser Flecken machen sollen. Als man noch, wie zur Zeit der alten ionischen und stoischen Philosophen oder selbst eines La Hire und Maupertuis in den letzten Jahrhunderten, die Sonne für eine gewaltige Feuerkugel hielt, da war man auch mit der Erklärung der Sonnenflecken, zumal ihre Beobachtung noch eine ziemlich unvollkommene war, schnell fertig. Die Sonnenflecken waren entweder, wie La Hire annahm, dunkle Körper, welche in der flüssigen Sonnenmasse umherschwammen, oder wie Maupertuis sagte, der Schaum dieses Feuermeeres, der in seinen Wellen zerfließe; oder sie waren wie Derham und Wollaston annahmen, die Wirkungen vulkanischer Ausbrüche, Rauch und ausgeworfene Schlacken.

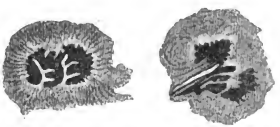
Die fortgeschrittene naturwissenschaftliche Weltanschauung verträgt sich nicht mehr mit der Annahme solch eines sich nie verzehrenden Sonnenfeuers, und überdies haben die Sonnenflecken mit der Vervollkommnung der Fernröhre auch jenes rauchige, verwaschene Ansehen verloren, das zu jener Annahme verlocken konnte, und das sie nur noch zeigen, wenn man den Brennpunkt des Fernrohrs verstellt oder die weiße Tafel, auf welcher man das Sonnenbild auffängt, in einen falschen Abstand vom Ocular bringt. Die Sonnenflecken zeigen jetzt fast immer sehr scharfe Umrisse, sowol in ihrem Kern als in den umgebenden aschgrauen Höfen oder Penumbren. Die Kernflecke sind von tiefschwarzer Farbe und doch nicht so dunkel wie ein Körper, der vor der Sonne vorübergehend uns seine Nachtseite zukehrt. Die Höfe zeigen ein sehr gleichförmiges Licht, und meist nur gegen den Kern hin scheinen sie etwas heller zu leuchten. Nur in sehr seltenen Fällen erscheint ein Kern ohne Hof, oder ein Hof ohne dunkeln Kern.

Wenn Sie einige Tage hintereinander einen solchen Sonnenflecken beobachten wollten, so würden Sie bald finden, daß er Veränderungen in seinen Umrissen zeigt, die nicht aus der bloßen Sonnenrotation und dadurch veränderten Beziehungen zu unserer Gesichtslinie zu erklären sind. Sie würden ihn meist zugleich sich verkleinern und wol gar verschwinden sehen, ehe er noch den Rand der Sonnenscheibe erreicht hat, während zu gleicher Zeit andere auftauchen an Stellen der Sonnenfläche, die vorher völlig rein von jedem Fleck erschienen. Alle

Digitized by Google

diese Veränderungen gehen zum Theil mit großer Langsamkeit, bisweilen aber auch mit einer überraschenden Schnelligkeit vor sich und erstrecken sich oft über Räume von ungeheuren Dimensionen, die mehrmals die ganze Oberfläche unserer Erde übertreffen. Dazu kommen noch jene auffallend hellglänzenden Sonnenfackeln, die meist in der Nähe der Sonnenflecken erscheinen und gleich aufgethürmten Lichtmassen aus der hellen Sonnenscheibe hervorblitzen.

Alles Das deutet offenbar auf ganz ungewöhnliche Bewegungen hin, die an der Oberfläche der Sonne stattfinden. Es wird also nur darauf ankommen, ob wir den Sitz dieser Bewegungen in dem Sonnenkörper selbst oder in gewissen Umhüllungen desselben suchen wollen. Ich kann Ihnen nur sagen, daß die herrschende Ansicht aller heutigen Astronomen sich zu Letzterem hinneigt, wiewol ich Ihnen bei der Unnahbarkeit dieses Lichtmeeres selbst für beobachtende Instrumente für die Richtigkeit dieser Erklärungen keine Bürgschaft leisten kann. Nur eine sehr kleine Zahl von Forschern hat in neuester Zeit versucht, die Sonne ihrer Hülle zu entkleiden und in ihrem Leibe selbst die bewegende Kraft jener Erscheinungen zu suchen. Ganz natürlich kam man auf diesem Wege wieder zu einer vulkanischen Glut. Man führte allerdings in Uebereinstimmung mit den allgemein angenommenen Ueberzeugungen das Sonnenlicht auf elektrisch-chemische Prozesse zurück, aber man faßte es bestimmter als die Wirkung „permanenter vulkanischer Gewitter" auf. Sie müssen sich nach dieser Ansicht den ganzen Sonnenball noch in feurigem Flusse vorstellen. Wegen des beständig nach außen hin stattfindenden Wärmeverlustes bildet sich an der Oberfläche dieser feurigflüssigen Masse fortwährend eine dünne weißglühende Rinde, die überall von dem unter ihr wogenden Feuermeer durchbrochen wird und sich abwechselnd hebt und senkt. An einzelnen Stellen thürmen sich in Folge solcher Durchbrüche Massen auf, deren Anhäufung am Ende den Ausbrüchen selbst ein Hinderniß schafft. Während nun an andern Stellen die heftigen vulkanischen Ausbrüche fortdauern, senken sich hier die aufgethürmten Massen wieder. In Folge dieser abwechselnden Hebungen und Senkungen bleibt zwar das mittlere Niveau der Sonnenoberfläche unverändert, aber es kann doch begreiflicher Weise nicht fehlen, daß, wenn auch die Hebungen im Allgemeinen eine gewisse mittlere Höhe nicht übersteigen, doch stellenweise auch heftigere Ausbrüche stattfinden, welche um so größere Glutmassen an der Sonnenoberfläche aufthürmen, je länger sie an demselben Orte andauern. In diesen Vulkanen, ihren veränderlichen Kegeln und Lava-Ergüssen sucht man nun die Erklärung aller jener auffallenden Erscheinungen, die man an der Sonnenscheibe beobachtet hat. Die Atmosphäre, welche nach dieser Ansicht die glühende Sonnenrinde umgiebt, ist nicht selbstleuchtend, sondern wird erst leuchtend durch die unmittelbare Berührung des Centralfeuers, und diese Be-



Sonnenflecken vergrößert dargestellt.

Digitized by Google

rührung kann nur stattfinden innerhalb der Krater und Spalten, durch welche das Centralfeuer zum Ausbruch kommt. Ueberall, wo die vulkanische Thätigkeit vorübergehend unterbrochen wird, tritt auch eine Unterbrechung im Sonnenlicht ein, aber nur die bedeutenderen Unterbrechungen erscheinen uns der großen Ferne wegen als Sonnenflecken. Es sind also Vertiefungen, Kratertiefen, die uns in den Sonnenflecken sichtbar werden, und in den ausgedehnteren Regionen solcher Niederungen können natürlich wieder vulkanische Ausbrüche stattfinden, die wir dann als lichte Stellen im dunkeln Kern der Sonnenflecken wahrnehmen werden. Zeigen sich diese lichten Stellen sehr zahlreich und dicht zusammengedrängt, so bilden sie Halbschatten oder Höfe. Flecken und Höfe verschwinden endlich in demselben Maße wieder, als die Niederungen und Abhänge abermals von Centralfeuer durchbrochen werden. Ganz in Uebereinstimmung mit den vulkanischen Erscheinungen auf der Erde erfolgen nun diese Unterbrechungen in der vulkanischen Thätigkeit am häufigsten in der Nähe besonders umfangreicher und heftiger Ausbrüche, und diese letzteren sind es dann, welche jene außergewöhnlichen Erhöhungen der Sonnenrinde, jenes intensivere Licht in den Kratern erzeugen, die wir als Sonnenfackeln bezeichnen. Endlich finden auch in diesen vulkanischen Erhebungen der Sonnenrinde gewisse Erscheinungen eine Erklärung, die man bei totalen Sonnenfinsternissen im Augenblicke, wo Sonnen- und Mondrand einander berühren, zu beobachten pflegt, namentlich jene schmalen, röthlichen, gezahnten Streifen, wie die großen Protuberanzen am Sonnenrande.

Ich habe Ihnen alles das keineswegs in der Absicht mitgetheilt, Sie für eine Ansicht zu gewinnen, die unter den eigentlichen Astronomen noch sehr wenig Anhänger zählt und zu ihrer Begründung jedenfalls noch ganz anderer Beobachtungen bedarf, als jetzt zu unserer Verfügung stehen. Aber Sie werden daraus wenigstens ersehen, wie der Versuch, eine einzelne Erscheinung zu erklären, stets auch die Gesammtanschauung von der Natur eines Weltkörpers bedingt, wie aber diese immer wieder in irdischen Verhältnissen wurzelt. Das Bild, das Ihnen diese Ansicht erschließt, wird Ihnen gar zu grell, gar zu stürmisch und titanenhaft erscheinen; aber freilich werde ich Ihnen auch in der Hypothese, welche seit William Herschel die allgemeinste Anerkennung aller Naturforscher gewonnen hat, kein Bild des Friedens und der Ruhe zu bieten haben.

Wie ich Ihnen vorhin bereits mittheilte, geht diese herrschende Ansicht darauf aus, nicht in dem Sonnenkörper selbst, sondern in einer Umhüllung desselben den Sitz jener Bewegungen zu suchen, welche die Sonnenflecken und verwandte Erscheinungen hervorrufen. Sie sollen nun auch die Thatsachen erfahren, auf welche diese Ansicht sich stützt. Wenn ein Sonnenflecken ganz ausschließlich der äußern Oberfläche der Sonne angehörte, so müßte, wie Sie unbedingt zugeben werden, derjenige Theil des Fleckens, welcher dem westlichen Sonnenrande, dem die Rotation der Sonne ihn allmälig zuführt, näher liegt, dem Beobachter in eine schiefere Richtung und darum mehr zusammengezogen und verkürzt erscheinen, als die entgegengesetzten Theile. In Wahrheit aber wird gerade das Gegentheil beobachtet. Der Hof des Sonnenflecken verschmälert sich stets am

Digitized by Google

schnellsten nach der Seite hin, welche der Mitte der Sonnenscheibe zugekehrt ist, ja er verschwindet hier sogar bereits, wenn er an der westlichen Seite noch eine beträchtliche Breite zeigt. Dieser merkwürdige Umstand wäre gar nicht zu erklären, wenn der Flecken nur auf der Oberfläche der Sonne existirte, wenn er nicht zugleich eine gewisse Tiefe unter der scheinbaren äußern Sonnenfläche besäße.

In Folge dieser Beobachtung sah sich William Herschel im Jahre 1779 genöthigt, eine Umhüllung der Sonne von ganz eigenthümlicher Art anzunehmen. Zunächst dachte er sich den festen dunkeln Sonnenkörper nach allen Seiten hin umgeben von einer gasförmigen, durchsichtigen Atmosphäre, ähnlich unserer irdischen. Aber innerhalb dieser allgemeinen Atmosphäre nahm er zwei wesentlich davon verschiedene Schichten an, die er von lockerem Zusammenhange, wolkenähnlich beschreibt, die eine, äußere, außerordentlich stark leuchtend, die eigentliche Lichthülle oder Photosphäre der Sonne, die andere darunter dunkel oder doch nur durch Reflex schwach erleuchtet. Sie werden sich bereits im Voraus denken können, wie sich die Erscheinung der Sonnenflecken aus dieser Annahme erklärt. Lassen Sie durch irgend welches stürmische Ereigniß in den beiden wolkigen Schichten einen Riß, eine Oeffnung entstehen, ähnlich etwa den Aufklärungen in unserer irdischen Wolkenhülle, so wird das Auge des Beobachters durch diese Oeffnungen hindurch sowol ein Stück der dunkeln Sonnenfläche, als rings um dieses einen Theil der schwacherleuchteten untern Wolkenschicht erblicken. Da haben Sie Kern und Hof des Sonnenfleckens. Aber Sie werden sich nun auch mit Leichtigkeit erklären können, warum bei der Annäherung an den Sonnenrand der nach der Mitte der Scheibe gerichtete Theil des Hofes früher verschwindet als der entgegengesetzte. Wegen der schiefen Richtung, in welcher wir in diese Oeffnung blicken, tritt allmälig im Osten der Rand der äußern Hülle verdeckend über den Rand der innern hervor, während im Westen uns diese Ränder noch frei entgegentreten.

Sie können sich denken, wie vielfach die Astronomen sich bereits in Muthmaßungen über die Natur jener Vorgänge in der Sonnenatmosphäre erschöpft haben, welche das Zerreißen jenes doppelten Wolkenschleiers oft auf so ungeheure Strecken zur Folge haben. Daß sie unter dem Einfluß bestimmter physikalischer Kräfte und nach Gesetz und Ordnung erfolgen, ist unzweifelhaft. Von welcher Beschaffenheit aber diese Kräfte, in welcher Weise ihre Wirkungen sich äußern, wie sie sich von den physikalischen Kräften unserer irdischen Welt unterscheiden, das sind Fragen, die noch lange ungelöst bleiben werden. Herschel selbst hat zwar eine solche Lösung versucht, aber sie beruht weder auf Thatsachen, noch erschöpft sie die Erscheinungen. Von dem Sonnenkörper selbst, sagt er, steigen zuweilen gewaltige Gasmassen auf, ähnlich den Dämpfen, welche wir unsern Vulkanen entsteigen sehen. Wenn diese Gasmassen nun in die Sonnenatmosphäre sich erheben, so brechen sie sich durch jene Wolkenschichten gewaltsam Bahn, und die dadurch erzeugten Oeffnungen werden natürlich um so breiter, je mehr das Gas sich in Folge des verminderten Druckes in der Höhe ausdehnt und ver-

Digitized by Google

breitet. Daraus erklärt sich, daß die Oeffnungen in der obern eigentlichen Lichthülle gewöhnlich breiter sind als in der untern dunklen und uns daher beträchtliche Theile der letztern als Höfe sichtbar werden lassen. Man hat auch versucht, diese Vorgänge mit physikalischen Wirkungen der Sonnenrotation in Zusammenhang zu bringen, und es ist wirklich eine auffallende Thatsache, daß die Sonnenflecken sich nicht auf der ganzen Sonnenoberfläche gleichmäßig zeigen, sondern vorzugsweise in jener Region, die etwa unserer heißen Zone entspricht und einen Gürtel von ungefähr 30° zu jeder Seite des Sonnenäquators umfaßt. Sie wissen ja, daß auf der Erde allerdings dieser Gürtel der Schauplatz der großartigsten Thätigkeit aller Erdkräfte ist, der Sitz der furchtbarsten Stürme und Gewitter, wie die Stätte vulkanischer Ausbrüche und Erdbeben. Daß auf der Erde die gesteigerte Gewalt des Umschwungs an dieser äquatorialen Entfaltung des physischen Erdenlebens Antheil hat, möchte ich kaum bezweifeln.

Wie die Sonnenflecken, so finden wol auch jene glänzenden Sonnenfackeln in ihrer Umgebung in dieser Hypothese eine Erklärung. Es sind Anhäufungen jener leuchtenden Wolkenschicht, welche die aufsteigende Bewegung des Gasstromes zur Seite schiebt. Aber wie Manches sich auch erklären läßt, die Manchfaltigkeit der Erscheinungen ist so groß, daß man immer wieder zu neuen Versuchen seine Zuflucht zu nehmen genöthigt ist. So haben jene sogenannten Lichtadern und Lichtbänke, jene streifenartigen Kämme von Lichtwellen, welche oft in weiter Ausdehnung die ganze glänzende Fläche der Sonne durchziehen, bereits zu der Annahme einer sehr unebenen, wellenförmigen Außenfläche jener wolkigen Photosphäre geführt, deren hervorragende Theile den erhöhten Glanz bedingen würden. Und dennoch treten wieder andere Umstände hervor, welche uns geneigt machen, an eine gewisse selbständige Beweglichkeit und Veränderlichkeit jener Erscheinungen zu denken, die in der That mit den Bewegungen unserer Wolken einige Verwandtschaft haben. Ich habe Ihnen bereits gesagt, daß man bei Bestimmung der Rotationsdauer wie der Axenrichtung der Sonne sich hat begnügen müssen, ein Mittel aus zahlreichen Beobachtungen zu nehmen. Man gelangt nämlich, wenn man verschiedene Sonnenflecke zu dieser Bestimmung benutzt, niemals zu den gleichen Zahlen, wie es doch sein müßte, wenn die Bewegung der Sonnenflecke einzig und allein durch die Rotation der Sonne bedingt wäre. Aber lassen wir nun wieder solche stürmische Bewegungen in der Sonnenatmosphäre bestehen, zu welchen unfaßbaren Vorstellungen führt das von den Naturscenen, die sich dort dem Auge darbieten müssen! Versetzen Sie sich nur einmal mitten durch jene glänzende Fülle auf den festen Boden der Sonnenfläche selbst! Lassen Sie den blendenden Lichtschleier dann zerreißen, und schauen Sie nun durch die weite Oeffnung, die vielleicht Tausende von Meilen umfaßt, hinaus in eine ferne, fremde Welt, vielleicht auf einen sternbedeckten Himmel! Und dann wechselt die Scene wieder, die Oeffnung schließt sich mit Blitzesschnelle, eine neue bricht auf und zeigt Ihnen wieder eine neue Welt!

Digitized by Google

Wie seltsam und befremdend sich uns aber auch in dieser Weise die Vorstellung von den Naturverhältnissen des Sonnenkörpers gestalten mag, obgleich sie im Wesentlichen der Anschauung irdischer Verhältnisse ihren Ursprung verdankt, so giebt es doch für das Dasein der eigentlichen Grundlage derselben, jener leuchtenden Photosphäre, einen Beweis, der nicht aus bloßen Vermuthungen und Annahmen, sondern aus physikalischen Thatsachen geschöpft ist. Sie werden fragen, wie es möglich sei, einen physikalischen Nachweis für die Natur unseres großen Lichtquells zu liefern, mit physikalischen Instrumenten zu entscheiden, ob das Sonnenlicht von einem glühenden Ball, von einem Feuermeer oder einer selbstleuchtenden Gasmasse herrührt? Ich antworte Ihnen: die Polarisation des Lichtes hat diese lange für unmöglich gehaltene Entscheidung herbeigeführt.

Um Ihnen dies begreiflich zu machen, müßte ich Ihnen zuerst als Physiker zeigen, daß es zwei Lichtarten von wesentlich verschiedener Natur giebt, ein natürliches und ein polarisirtes Licht. Letzteres besitzt die ganz wunderbare Eigenthümlichkeit, daß jeder seiner Strahlen, deren doch Tausende von Millionen durch ein Nadelöhr gehen, mit verschiedenen Eigenschaften begabte Seiten zeigt. Alle die Erscheinungen Ihnen aufzuführen, worin diese Verschiedenheiten sich äußern, würde freilich zu weit führen. Nur das muß ich Ihnen sagen, daß, während ein natürlicher Lichtstrahl bekanntlich die Eigenschaft besitzt, beim Durchgange durch gewisse Körper, z. B. ein Kalkspathblättchen, eine doppelte Brechung zu erleiden, jeder einzelne der beiden Strahlen, in welche er gespalten ist, diese Eigenschaft vollkommen verloren hat und beim Durchgange durch ein zweites Krystallblättchen einfach hervortritt; daß ferner, wenn nach der ersten Brechung der eine der beiden Lichtstrahlen den gewöhnlichen, der andere einen außergewöhnlichen Weg verfolgte, sie nach der zweiten Brechung ihre Rollen mit einander vertauschen, sobald man das zweite Krystallblättchen bei unveränderter Lage seiner Ebene eine Vierteldrehung um sich selbst machen läßt. Sie werden nun auch einigermaßen verstehen, welche Bewandtniß es mit der berühmten Entdeckung hat, die Arago im Jahre 1811 machte.

Als dieser verdienstvolle Physiker und Astronom an einem heitern Tage jenes Jahres mittelst eines isländischen Doppelspaths eine dünne Glimmerplatte untersuchte, fiel ihm auf, daß die beiden Bilder, gegen den Himmel gehalten, eine verschiedene Färbung zeigten, das eine eine grünlichgelbe, das andere eine purpurrothe, also jedes die complementäre Farbe des andern. Als er das Glimmerblättchen langsam drehte, veränderten sich die Farben, und es zeigte sich, daß es nur vier sich unter rechten Winkeln schneidende Stellungen desselben gab, für welche die beiden durch Doppelbrechung erzeugten Bilder vollkommen weiß und von gleicher Helligkeit erschienen. Dieses Weiß entsteht offenbar aus einer Mischung der Farben beider Bilder, und diese Mischung kann natürlich nur da eintreten, wo die beiden Bilder durch die Doppelbrechung des isländischen Krystalls nicht getrennt werden. Auf diese Beobachtung gründet sich die Einrichtung eines einfachen Instruments, das den Namen eines Polariskops führt und aus einem im Innern geschwärzten Rohre besteht, an dessen einem Ende sich an

Digitized by Google

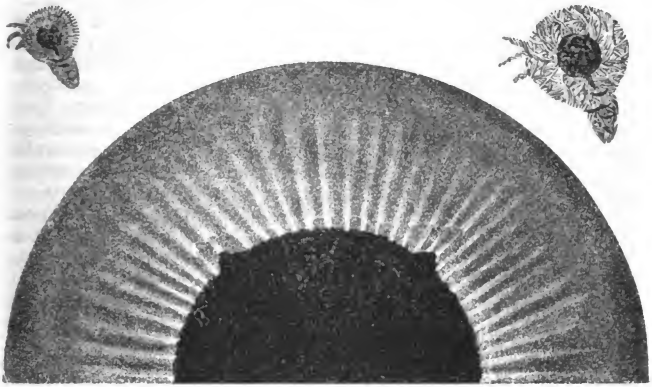
Stelle des Objectivs eine Glimmerplatte, am andern als Ocular ein isländischer Doppelspath befindet. Wenn man dieses Rohr auf den blauen Himmel richtet, so erblickt man zwei farbige Bilder von verschiedener Intensität, je nach der Tagesstunde wie nach der Lage der beobachteten Stelle des Himmels gegen die Sonne. Nur bei völlig bedecktem Himmel zeigen die beiden Bilder keine Spur einer Färbung. Also nur in letzterem Falle erhalten wir natürliches Licht; heiterer Himmel sendet uns stets mehr oder weniger polarisirtes Licht zu.

Lange Zeit hat man geglaubt, auch das von einem glühenden Körper ausgestrahlte Licht komme als natürliches Licht in unser Auge. Arago hat durch dieses Instrument gezeigt, daß, wenn von der Oberfläche eines glühenden Körpers, sei er in festem oder flüssigem Zustande, unter einem hinreichend kleinen Winkel Licht ausgestrahlt wird, sich stets deutliche Spuren von Polarisation erkennen lassen. Nur das Licht einer Flamme, also brennenden Gases ist unter allen Umständen in natürlichem Zustande. Sie werden jetzt bereits den Weg übersehen, auf welchem man zur Kunde von der Natur der leuchtenden Substanz der Sonne gelangt ist. Man darf ja nur das Polariskop auf den Rand der Sonne richten, von welchem die Strahlen unter hinreichend kleinen Winkeln zu uns kommen. Wäre es eine feurig-flüssige Masse, welche uns von der Sonne entgegenleuchtete, so müßten wir die beiden Bilder im Polariskop nicht blos farbig, sondern sogar die einzelnen Punkte ihrer Ränder verschiedenfarbig erblicken. So oft aber auch die Sonne mit Hülfe großer polarisirender Fernröhre beobachtet worden ist, noch nie hat sich an den Rändern der beiden Bilder die Spur einer Färbung gezeigt. Nur eine gasförmige Hülle also kann uns solch natürliches Licht zusenden, und damit ist die Existenz einer gasförmigen Photosphäre der Sonne dem Bereich der bloßen Vermuthung entrückt.

Damit ist nun freilich noch keine Bürgschaft gegeben für die weiteren Schlüsse, die man, wie Sie gesehen haben, nach Herschel's Vorgang an die Photosphäre geknüpft hat. Die mit jeder neuen Beobachtung wachsende Schwierigkeit der Erklärung, die das Bedürfniß einer neuen Annahme erweckt, läßt gerechte Besorgnisse für die fernere Haltbarkeit dieser Hypothese über die Natur der Sonnenoberfläche aufsteigen. Obschon man den beiden Hüllen, deren man zur Erklärung der Sonnenflecken bedurfte, die nicht unbedeutende Höhe von 500 Meilen über der Sonnenfläche gegeben hatte, sah man sich dennoch durch die sonderbaren Beobachtungen, die bei Gelegenheit der totalen Sonnenfinsterniß am 8. Juli 1842 gemacht wurden, genöthigt, der Sonne noch eine dritte Umhüllung zuzuschreiben. Man erblickte zur Zeit, als der Mond die Sonnenscheibe vollständig bedeckte, die dunkle Mondscheibe von einem silberweiß glänzenden Lichtkranz, einer sogenannten Corona umgeben und gleichsam auf dem Rande der Mondscheibe wurzelnd einzelne Erhöhungen, welche die Beobachter bald mit röthlichen, zackigen Bergen, bald mit gerötheten Eismassen, bald mit unbeweglichen, gezähnten, rothen Flammen verglichen. Diese Erhöhungen für Sonnenberge zu erklären, war nicht gut möglich. Sie hätten ja eine Höhe von mindestens 10,000 geogr. Meilen besitzen müssen, und das ist eine Höhe, welche mindestens

Digitized by Google

sechsmal den Durchmesser unserer Erde übertrifft und über $^1/_{19}$ des ganzen Sonnendurchmessers umfaßt. Sonnenberge aber, welche mehr als neunzigmal die relative Höhe unserer Erdberge übertreffen müßten, stehen im Widerspruch mit allen unseren Erfahrungen über den Bau und die Bildungsgeschichte der Weltkörper. Aber die gewöhnliche Wolkentheorie reichte weder für die Erklärung dieser Hervorragungen oder sogenannten Protuberanzen, noch für die der leuchtenden Corona selbst aus. Besäße die Sonne außer jener Photosphäre keine andere Umhüllung, so müßte ja in dem Augenblicke, wo der Mond die Sonne völlig bedeckt, die Stelle des Himmels, welche von beiden Gestirnen eingenommen wird, völlig lichtlos erscheinen. So sah man sich denn zur Annahme einer dritten Umhüllung gezwungen, welche die beiden unteren Wolkenschichten umschließt, wolkig und wenig durchscheinend, in ihren Aufwallungen, ihren von der Photosphäre erleuchteten und gefärbten Wolkenmassen jene rothen Gestalten am Rande des Lichtkranzes erzeugend.



Protuberanzen des Sonnenrandes bei einer totalen Sonnenfinsterniß, nach einer Photographie; oben Sonnenflecken, links nach einer Photographie, rechts derselbe vergrößert.

Aber so weit uns auch das Verlangen nach einer Erklärung der Erscheinungen bereits von der festen Oberfläche der Sonne entfernt hat, die äußerste Grenze haben wir noch nicht erreicht. Eine lange unbeachtete und noch heute nicht hinreichend erforschte Erscheinung hat wenigstens zu dem Versuche geführt, diese Grenzen in einem außerordentlichen Grade zu erweitern. Haben Sie einmal an einem heitern März- oder Septemberabend zur Zeit der Nachtgleichen jenen lichten weißlichen Schein beachtet, der sich dann am westlichen

Digitized by Google

Himmel zu zeigen pflegt? In einer Breite von 20—30 Graden steigt er am Horizonte auf, genau oder nahezu der Richtung der Ekliptik folgend und gegen den Zenith hin in einer schmalen kaum noch dem aufmerksamsten Auge sichtbaren Spitze verschwindend. Das ist das Zodiakal- oder Thierkreislicht, so genannt, weil die ersten Beobachter es von den Grenzen des Thierkreises eingeschlossen glaubten. In der trüben Atmosphäre unserer nördlichen Zone ist freilich kaum einmal zu Anfang des Frühlings oder des Herbstes eine schwache Spur dieser Erscheinung kurz vor der Morgendämmerung und nach der Abenddämmerung zu entdecken, und meist verliert sich auch dieser Schein noch im Lichte des anbrechenden oder scheidenden Tages. Das ist wol auch die Ursache, warum wir keine ältere Beobachtung dieser Erscheinung besitzen, obwol Andeutungen schon bei Plinius und Festus Pompejus vorkommen. Aber mit einem wunderbar klaren und milden Glanze erleuchtet sie die Nächte der Tropen. In der dünnen und trocknen Atmosphäre der 14,000 Fuß hohen Cordillerengipfel, auf den unabsehbaren Grasfluren der Llanos von Venezuela und den Prärien Mexikos, an dem Meeresufer unter dem ewig heitern Himmel von Cumana, in der wundervoll durchsichtigen Atmosphäre der Südsee an den Westküsten von Peru und Mexiko, dort erscheint, wie Alex. v. Humboldt berichtet, das Zodiakallicht in unnennbarer Pracht. Den Glanz der Milchstraße überstrahlend, gewährt es im Verein mit dem Funkeln der Sterne und Nebelflecke einen Anblick, den keine bildliche Darstellung wiederzugeben vermag. Vorzüglich um die Zeit der Nachtgleichen, wenn die Sonnenscheibe sich in das Meer gesenkt und völlige Finsterniß die kurze Tropendämmerung verdrängt hat, taucht plötzlich an dem sternbesäeten Himmelsgrunde ein prachtvoller und doch lieblicher Glanz auf, vom Horizont bis zur halben Höhe des Himmelsgewölbes hinanreichend. Tief unten erscheinen wie auf gelbem Teppich schmale, langgedehnte Wolken zerstreut an dem dunkeln Blau, hoch oben flockige Wölkchen, in der bunten Pracht aller Farben spielend. Als sollte eine neue Sonne aufgehen, nimmt die Helligkeit der Nacht zu, erst gegen Mitternacht gänzlich verschwindend.

Es ist sehr erklärlich, daß die ersten Beobachter, deren Reihe mit Domenico Cassini im Jahr 1683 beginnt, durch das Auffallende in Zeit und Ort dieser Erscheinung auf den Gedanken kamen, sie mit dem Sonnenäquator in Zusammenhang zu bringen. Schon Cassini bemerkte, daß das Zodiakallicht sich in ähnlicher Weise wie der Sonnenäquator von Tag zu Tage mehr von der Ekliptik abwandte. Man erklärte daher die Erscheinung geradezu für die sichtbar werdende Sonnenatmosphäre selbst, die an den Polen stark abgeplattet, in der Ebene des Aequators weit ausgedehnt sei und durch den Wiederschein der Sonnenstrahlen, gerade wie unsere Atmosphäre die Dämmerung, so den linsenförmigen Schein des Zodiakallichtes erzeuge. Unter gewöhnlichen Umständen sich etwas über die Venusbahn hinaus erstreckend, sollte sie bei starker Aufregung bisweilen sich noch weit über unsere Erdbahn hinaus ausdehnen. Dieser Ansicht aber stellt sich eine unüberwindliche Schwierigkeit von Seiten der Mechanik des Himmels entgegen. Die Atmosphären aller Himmelskörper nehmen stets eine Umdrehungs-

Digitized by Google

bewegung an, welche der des von ihnen eingehüllten Centralkörpers gleichkommt, und daß die Sonnenatmosphäre eine solche besitzen müßte, dafür würde schon ihre bedeutende Abplattung sprechen. Für diese Sonnenatmosphäre würde sich nun, wie wir gesehen haben, die Dauer der Umdrehung auf $25^1/_2$ Tage belaufen. Die Schwungkraft, welche für die Grenzen des Thierkreislichtes aus einer solchen Bewegung hervorgehen müßte, würde durch die anziehende Kraft der Sonne nicht mehr im Gleichgewicht gehalten werden können, da wir ja wissen, daß für die Erde, für welche dieses Gleichgewicht besteht, die Zeit des Umlaufs um die Sonne 365 Tage, also mehr als das Vierzehnfache jener beträgt. Die Materie des Thierkreislichtes oder jene Sonnenatmosphäre würde sich darum sehr schnell in den Raum zerstreuen, und es läßt sich mit mathematischer Gewißheit nachweisen, daß dies bereits in einem Abstande von der Sonne, welcher $^9/_{20}$ der Merkursweite gleichkäme, erfolgen müßte. Man mußte also zu andern Erklärungen seine Zuflucht nehmen, und die außerordentliche Durchsichtigkeit des Zodiakallichts, durch welche das Licht der Sterne ungeschwächt und ungebrochen hindurchstrahlt, ließ an eine gewisse Verwandtschaft mit der stofflichen Ursache des Nordlichts oder noch mehr der Materie der Kometenschweife denken. Wenn man anfangs in roherer Weise geradezu die Kometen bei ihrer Annäherung zur Sonne einen Theil ihrer Materie um diese ablagern ließ, so haben neuere Astronomen nur einen ähnlichen zusammenhangslosen, staubähnlichen Weltdunst angenommen, der von den Planeten bei ihrem Durchgange gleichsam entzündet würde. Die verbreitetste und anerkannteste Ansicht ist aber jedenfalls diejenige, nach welcher das Zodiakallicht aus einem dunstartigen, abgeplatteten, frei im Weltraume zwischen der Venus- und Marsbahn kreisenden Ringe ausstrahle. Jenseits jener Grenze, wo die An-

Das Zodiakallicht.

Digitized by Google

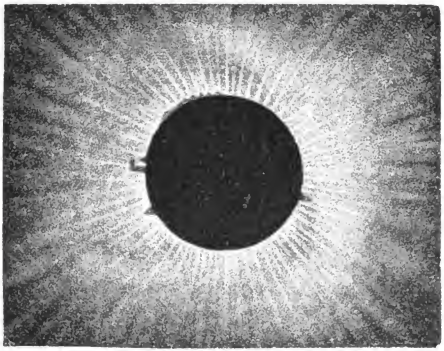
ziehung der Sonne der Schwungkraft das Gleichgewicht hält, mußte nach dieser Ansicht die Sonnenatmosphäre entweichen und, soweit sie sich nicht zu festen Planeten ballte, als dunstförmiger Ring den Umlauf fortsetzen. Durch diese Betrachtung tritt die Erscheinung des Zodiakallichtes bereits in die Reihe der planetarischen Formen ein, denen wir jetzt, da wir den Sonnenball verlassen, auf unsern ätherischen Schwingen zueilen wollen.

Unnahbar entschwebt uns der gewaltige Sonnenball. Nicht zu einer Aufklärung, möchte ich sagen, sondern nur zu neuen Verhüllungen schienen die Forschungen zu führen, welche menschliche Wissenschaft über die Natur der Sonnenoberfläche ausgeführt hat. Der Kern entwich uns immer tiefer in den Glanz des umhüllenden Lichtmeers. Wer wollte es da wagen, über das Leben und die Lebensbedingungen dieser Welt Vermuthungen aufzustellen! Möchten Sie sich doch schwerlich zu entscheiden wissen, ob Sie den festen Sonnenkörper als dunkel oder lichtstrahlend bezeichnen sollen! Denn daß wir ihn dunkel sehen, wofern nämlich im dunklen Kern der Sonnenflecken uns wirklich seine Oberfläche bloßgelegt ist, hindert nicht, daß er auch sein eigenes glänzendes Licht besitze. Dieses Dunkel könnte ja auch eine Wirkung des Contrastes sein. Erscheint doch selbst ein im brennenden Knallgas weißglühendes Kalkstückchen, vor der Sonnenscheibe gesehen, schwarz! Aber andererseits kann auch die blendende Lichtfülle der umgebenden Photosphäre kein Grund für uns sein, auch der Oberfläche des Sonnenkörpers einen solchen Lichtglanz zuzuschreiben, der nach irdischen Begriffen jedem Lebenskeime tödtlich werden müßte. Wenn die Tiefe der Sonnenatmosphäre, in welcher der lichterzeugende chemische Prozeß vor sich geht, sich bis auf eine halbe Million Meilen erstreckt, und wenn überdies, wie wir gesehen haben, eine untere Wolkenschicht sich wie ein Schirm zwischen diese Lichthülle und den Sonnenkörper lagert, so dürfte es kaum nöthig sein, daß der Glanz in jedem einzelnen Punkte auch nur die Lichtstärke eines Nordlichts übertreffe. Auf diese Ueberlegung gestützt, hat man seit Herschel die Bewohnbarkeit der Sonne behauptet. Für uns ist das eine müßige Frage, und nicht in diesem Sinne, sondern für die allgemeine Kenntniß der physischen Beschaffenheit der Sonne erscheint uns die Beobachtung des römischen Astronomen Secchi interessant, daß sich in den Sonnenflecken auch stets eine Temperaturerniedrigung zeigt.

So lassen Sie uns denn von der Sonne scheiden, und fürchten Sie nicht, wie man es vor Zeiten gethan, daß dieser große Lichtquell, der Quell alles irdischen Lebens, je versiegen werde. Die Sonne bedarf keines Ersatzes für vermeintliche Verluste; wir haben es nicht mehr nöthig, sie mit Kometen zu füttern. Die Physik hat längst nachgewiesen, daß der leuchtende Körper so wenig wie der tönende verliert. Ja, erlitte die Sonne wirklich eine Einbuße, der astronomischen Messung könnte sie nimmer entgehen. Bliebe auch die Abnahme des Sonnendurchmessers zu klein für die Messung, in der Verminderung der Sonnenanziehung und der dadurch bewirkten Aenderung aller Entfernungen und Umlaufszeiten der Planeten würde dieser Verlust deutlich genug hervortreten. Erwägen Sie doch, daß man beim Monde im Stande gewesen ist, eine Ver-

Digitized by Google

minderung ſeiner Umlaufszeit um $^4/_7$ Secunden und ſeiner Entfernung von der Erde um 180 Fuß, die er ſeit 2000 Jahren erlitten, mit größter Sicherheit nachzuweiſen. Die Ueberzeugung von der Unverſiegbarkeit des Sonnenlichts ſteht in der Wiſſenſchaft ſo unerſchütterlich feſt, als die Ueberzeugung von der Unveränderlichkeit der Weltordnung und der Ewigkeit ihrer Geſetze. Mit dieſer Ueberzeugung können wir getroſt hinaustreten in jene Räume, in welche der Sonnenſtrahl allein uns begleiten wird, um vielgeſtaltigen Welten Leben zu bringen und die Kunde dieſes Lebens durch die Wiſſenſchaft auch Ihren Sinnen zu vermitteln!



Die Corona der Sonne während einer totalen Sonnenfinſterniß.

Digitized by Google

Tycho de Brahe's Sternwarte.

Viertes Kapitel.

Die sonnennahen Planeten.

Wer Reisen gemacht hat, sei es durch die lieblichen Hügellandschaften Norddeutschlands oder durch die Alpengebiete Süddeutschlands und der Schweiz, der wird die üble Laune begreifen, die manchen Touristen anwandelt, wenn er einen der Glanzpunkte seines Reisegebietes verläßt und einem neuen Glanzpunkte zueilt. Vor ihm liegt vielleicht eine öde, interesselose Landschaft, die er am liebsten im Fluge und mit geschlossenen Augen durcheilen möchte. Und doch gebietet ihm wieder seine Touristenpflicht, hie und da in dieser Landschaft zu verweilen und Oertlichkeiten in Augenschein zu nehmen, denen vielleicht nur eine historische oder kulturhistorische Bedeutung Interesse verleiht. Solch eine Lage war es nun beinahe, in welcher sich meine Gesellschaft befand, als wir nach unserer Umschau auf der Sonne unsern Flug in dem Weltraume fortsetzten.

Digitized by Google

Vor uns dehnte sich auf mehr als 30 Million Meilen weit eine einförmige Oede aus, und unter den wenigen Weltkörpern, die sie bevölkerten, schien noch unsere Erde der bedeutendste. Konnte ich ja doch nicht verhehlen, daß die einzigen drei fremden Welten, denen wir begegnen würden, an Größe, Dichtigkeit, Abplattung, Rotationsgeschwindigkeit, ja vielleicht selbst an Naturbeschaffenheit eine Uebereinstimmung mit unserer Erde zeigen würden, die nicht gerade große Ueberraschungen verspreche. Die Phantasie, die allein noch diese Einförmigkeit mit ihren bunten Reizen hätte beleben können, sie hatten wir ja ihrer Macht entkleidet. Aber es sollte ja doch auch keine bloße Touristenfahrt durch den Himmel sein, die ich mit meinen Freunden unternommen; es sollte vor allem der Wissenschaft des Himmels und den Wegen ihrer Forschung gelten. Auf einem Verweilen in diesen Räumen mußte ich also bestehen, aber ich konnte zugleich das beruhigende Versprechen geben, daß es nur ein kurzes sein werde, da ja auch der Wissenschaft, soweit sie sich nicht in phantastischen Spielen gefallen, hier bisher nur ein flüchtiges Verweilen gestattet war.

Acht Million Meilen hatten wir von der Sonne her zurückgelegt, und vor uns schwebte eine kleine sonnenbeleuchtete Welt. Hier gebot ich Halt. Eine kleine Welt, sage ich, denn sie war klein im Verhältniß zu unserer Erde; ihr Durchmesser kam kaum $^2/_5$ des Erddurchmessers gleich, und ihr Rauminhalt mochte 16—17 mal von dem unserer Erde übertroffen werden.

„Vielleicht niemals in Ihrem Leben," wandte ich mich zu meinen Freunden, „haben Sie diesen Weltkörper von der Erde aus erblickt. Sein Name „Merkur" ist vielleicht das Einzige, was Sie von ihm wissen, und etwa noch, daß er von den Alten auch als Morgen- und Abendstern bezeichnet wurde. Die Ursache seiner seltenen Sichtbarkeit liegt in seiner außerordentlichen Nähe zur Sonne. In seiner weitesten Abweichung entfernt er sich meist nur auf 16—17°, nie über 29° von der Sonne und erscheint darum stets tief am Horizont in den Strahlen der auf- oder untergehenden Sonne. Sie werden daraus die oft angeführte Klage des Copernicus begreifen, er werde ins Grab steigen, ohne Merkur jemals beobachtet zu haben. Und jene Mahnung, welche Möstlin, der Lehrer Kepler's aussprach: „Wenn ich Jemand wüßte, der sich mit Merkur beschäftigte, so würde ich ihm mitleidsvoll rathen, seine Zeit nützlicher anzuwenden", wird Ihnen wenigstens für eine Zeit berechtigt erscheinen, in welcher man auf eine Beobachtung des Himmels mit bloßen Augen angewiesen war. In unsern Gegenden, wo der Horizont fast niemals dunstfrei erscheint, dürfte es selbst wenig Astronomen geben, die den Merkur mehr als drei- oder viermal mit unbewaffnetem Auge gesehen. Nur unter dem wolkenreinen Himmel des Südens zeigt er sich trotz des umgebenden Dämmerungslichtes in so strahlendem Glanze, daß die Alten ihm den Namen des „Funkelnden" gaben. Auch für uns ist freilich durch die Entdeckung des Fernrohrs ein Mittel gegeben, diesen schwer zugänglichen Planeten in den Bereich der Beobachtung zu ziehen.

Einen Planeten nannte ich den Merkur, und das ist er in der That. Seine Bewegung am Himmel, seine wechselnden Lichtphasen, seine Vorübergänge vor

Digitized by Google

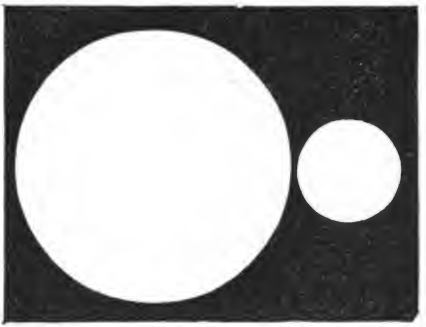
der Sonnenscheibe legen dafür ein hinreichendes Zeugniß ab. Sie wissen aber, daß man aus einer Reihe von Beobachtungen seines scheinbaren Laufs im Stande ist, die wirkliche Bahn eines Planeten um die Sonne genau zu construiren. Sie wissen ferner, daß sich aus der Zeit, in welcher er diese Bahn durchläuft, nach mathematisch zu beweisenden Gesetzen auch sein Abstand von der Sonne berechnen läßt, und zwar selbst in Meilen, wenn man den Abstand der Erde von der Sonne, soweit er uns durch die Sonnenparallaxe bekannt geworden, als Maßstab zu Grunde legt. Die Umlaufszeit des Merkur beträgt 87 Tage 23 Stunden 15 Minuten und 46 Secunden in mittler Erdenzeit und sein daraus berechneter Abstand von der Sonne im Mittel wenig über 8 Millionen Meilen. Aber bei der außerordentlich excentrischen Gestalt seiner Bahn ist es dem Merkur gestattet, sich bisweilen auf $6^1/_4$ Millionen Meilen der Sonne zu nähern, dann sich wieder auf 10 Millionen Meilen von ihr zu entfernen.

So leicht und so sicher wird aber nicht jede Kunde über einen Planeten gewonnen. So lange man es nur mit Thatsachen, die aus der Stellung des Planeten zum System, aus allgemeinen Gesetzen hervorgehen, zu thun hat, so lange kommt auch den gefundenen Zahlen die Sicherheit und Bestimmtheit des Gesetzes zu. Die Schwierigkeit und Unsicherheit beginnt erst, wo die individuelle Natur des Weltkörpers zur Geltung kommt. Da hat das Gesetz seine Macht verloren, und die unmittelbare Beobachtung entscheidet allein. Da finden oft genug Schlüsse, Vermuthungen, selbst Träume einen Antheil. Diese Schwierigkeit mit ihrem ganzen Gefolge von Unsicherheiten und Täuschungen tritt schon hervor bei der Bestimmung der Größe und Gestalt eines Planeten. Allerdings ist diese bei einer hinreichenden Kenntniß von der wirklichen Entfernung des Planeten durch nichts Anderes als eine genaue Beobachtung der scheinbaren Größe und Gestalt desselben bedingt. Aber Sie müssen an die Kleinheit dieser Scheiben, an ihren störenden Glanz, ihre nicht immer scharfen Umrisse denken, um die Schwierigkeit solcher Messung zu begreifen. Der Durchmesser der Merkursscheibe schwankt in den verschiedenen Entfernungen, in denen sie von der Erde gesehen wird, zwischen $4,_4$ und 12 Secunden; in einem mittlern Abstande mißt er nach Bessel's Beobachtung 6,7 Secunden. Das entspricht einer wirklichen Größe von 671 Meilen. Aber wie bedeutungsvoll ein kleiner Irrthum für ein solches Resultat werden kann, geht daraus hervor, daß eine Verringerung des scheinbaren Durchmessers um nur $^2/_{10}$ Secunden, wie sie Mädler's freilich von ihm selbst später aufgegebene Messung ergab, sofort den wirklichen Durchmesser um 88 Meilen, d. h. um mehr als seinen achten Theil verkürzte. Daß man vollends nicht daran denken kann, an einer so kleinen Scheibe eine Abplattung, die doch jedenfalls nur einen sehr kleinen Bruchtheil einer Secunde umfassen würde, zu beobachten, versteht sich von selbst. Die einzige bisher behauptete Beobachtung einer solchen durch Laplace im J. 1779 ist daher von allen Astronomen in Zweifel gezogen worden. Dazu kommt, daß sich für die Beobachtung der wahren Merkurgestalt nur selten Gelegenheit bietet. Der Merkur ist selten ohne Phasen, und in seiner deutlichsten Sichtbarkeit, in seiner

Digitized by Google

größten Abweichung von der Sonne erscheint er in Form einer halbmondförmigen Sichel. Seine volle wahre Gestalt zeigt er nur in seinem Vorübergange vor der Sonne, und Sie wissen, daß dieser nicht öfter als dreizehnmal in einem Jahrhundert erfolgt.

Größer werden die Schwierigkeiten, wenn man es unternimmt, auch die Masse und Dichtigkeit eines Weltkörpers zu bestimmen. Planeten kann man nicht wägen wie irdische Körper. Nur Beobachtungen können hier entscheiden, welche die Wirkungen der Anziehung, namentlich ihre störenden Einflüsse auf den Lauf anderer Weltkörper zum Gegenstande haben. Für den Merkur ist ein Komet von außerordentlich kurzer Umlaufszeit, der unter dem Namen des Enke'schen bekannt ist, das Mittel zu dieser wichtigen Bestimmung geworden. Noch vor etwa 20 Jahren galt die Masse des Merkur nach den auf sehr gewagte Voraussetzungen gestützten Angaben von Lagrange und Laplace als der 5,7. Theil der Erdmasse. Durch Beobachtung des Enke'schen Kometen ist sie auf $^1/_{13,7}$ der Erdmasse, also um mehr als die Hälfte herabgesetzt worden. Ebenso ist die Dichtigkeit des Merkur, die damals noch als die des Bleies, also etwa neunmal so groß als die des Wassers angenommen wurde, seitdem fast auf ein Dritttheil verringert und gilt nur noch als kaum 1,22mal die Dichtigkeit der Erde übertreffend.



Die Sonnenscheibe, wie sie vom Merkur und von der Erde aus gesehen wird.

Worauf aber nun vor Allem Ihre Wißbegier gespannt sein wird, das ist die physische Beschaffenheit der Oberfläche dieses Planeten. Sie werden von seinen Bergen und Ebenen, seiner Atmosphäre, seinen Wolkenbildungen, seinen Lebensbedingungen und seiner Lebenswelt hören wollen. Daß Ihnen bei der Kleinheit dieses Weltkörpers, bei der Schwierigkeit seiner Beobachtung, die noch durch seinen blendenden Lichtglanz erhöht wird, die Wissenschaft wenig Auskunft in dieser Beziehung zu bieten vermag, darf ich leider nicht verhehlen. Ja ich muß Sie sogar warnen vor manchen sogenannten wissenschaftlichen Berichten darüber, die mehr Einflüsterungen der Phantasie als Resultate wirklicher Beobachtung sind. Schon in Betreff der Tageslängen darf ich Ihnen keine große Sicherheit verbürgen. Wenn das Jahr eines Planeten mit der bewunderungswürdigsten Genauigkeit sich bis auf Zehntelsecunden bestimmen läßt, so rührt das daher, daß das Jahr von allgemeinen, in der Gesammtheit des Systems begründeten

Digitized by Google

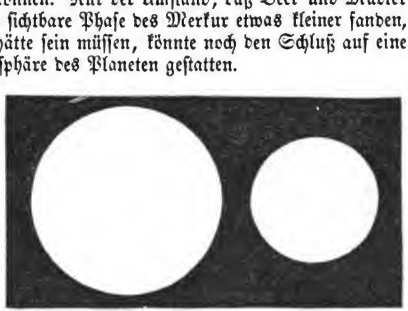
Verhältnissen abhängt. Der Tag scheint der Individualität des Planeten anzugehören. Sie haben gesehen, daß sich die Rotation der Sonne nur aus der Bewegung der Sonnenflecken erschließen ließ. So wird sich die Rotation eines Weltkörpers überhaupt nur nachweisen lassen, wenn es gelingt, auf seiner Oberfläche irgend einen ausgezeichneten Punkt aufzufinden, dessen Verschwinden und Wiedererscheinen man verfolgen kann. Aber wie soll man auf dieser kleinen Scheibe des Merkur, zumal sie nie in ihrer vollen, beleuchteten Gestalt beobachtet werden kann, noch einen solchen Punkt, der also einer Unebenheit der Planetenoberfläche entsprechen würde, entdecken! Wenn man dennoch eine solche Entdeckung gemacht zu haben behauptet und eine Berechnung der Merkurtage darauf gegründet hat, so werden Sie das mit gerechtem Bedenken aufnehmen müssen. Die Astronomen Schröter und Harding in Lilienthal glaubten nämlich in den ersten Jahren dieses Jahrhunderts die Beobachtung gemacht zu haben, daß zur Zeit, wo der Merkur sich in seiner Sichelgestalt zeigt, das südliche Horn bisweilen deutlich abgestumpft und beinahe wie abgebrochen erscheint. War die Beobachtung richtig, so fand sie nur in bedeutenden Unebenheiten der Merkuroberfläche eine Erklärung. Man mußte dann annehmen, es sei in der Gegend dieses südlichen Horns ein sehr hoher Berg vorhanden, der das Sonnenlicht verhindere, den Punkt zu erreichen, den die Spitze des Horns sonst einnehmen würde. Man mußte dann weiter in dem regelmäßigen Wiedererscheinen dieser Abstumpfung das Zeichen der Rückkehr jenes Berges an den Rand der sichtbaren Scheibe erblicken und konnte endlich aus einer Vergleichung dieser Zeitpunkte einen Schluß auf die Dauer der Zeit ziehen, in welcher der Merkur seine Axendrehung vollendet. Schröter und Harding behaupteten in der That, alle diese Beobachtungen gemacht zu haben, und es wurde daraus die Dauer der Merkurrotation auf 24 Stunden 5 Minuten berechnet. So unsicher schon dieses Resultat ist, um so viel gewagter erscheint noch die Berechnung, welche Schröter aus der Größe dieser Abstumpfung für die Höhe des Berges anstellte, welcher sie hervorruft. Es ergab sich eine Höhe des Berges von $2^1/_2$ Meilen, die also der doppelten Höhe unseres Dhawalagiri gleichkommt und etwa dem 125. Theil des Merkurhalbmessers entspricht, also außer allem Verhältniß zur Größe dieses Weltkörpers steht.

In ähnlicher Weise haben dieselben Astronomen auch einen dunklen Streifen, den sie in der Mitte seiner Scheibe entdeckten und der nach Osten hin eine schwärzere Stelle zeigte, für die Berechnung der Rotation dieses Planeten benutzt, indem sie gleichzeitig aus seiner Bewegung einen Schluß auf die Lage seiner Axe zogen. Sie bestimmten die Neigung derselben gegen die Ebene der Bahn auf etwa 70^0, ein Resultat, das eine auffallende Uebereinstimmung mit der Stellung der Erdaxe darbietet. Jedenfalls ist aber in allen diesen Beobachtungen die der dunkeln Streifen die wahrscheinlichste und werthvollste. Es läßt sich daraus mit einiger Sicherheit auf das Vorhandensein einer Atmosphäre um den Merkur schließen, einer Atmosphäre, die der Sitz ähnlicher stürmischer Vorgänge wie die unserige sein muß, wenn man das oft plötzliche Entstehen dieser Streifen

Digitized by Google

und ihre Ausdehnung über beträchtliche Räume in Betracht zieht, die oft sehr merkliche Aenderungen in der Helligkeit auf der Oberfläche dieses Planeten verursacht. Viel weniger sicher sind die Beweise, welche man aus Beobachtungen des Merkurrandes beim Vorübergange vor der Sonne für eine Atmosphäre des Merkur hergeleitet hat. Während einzelne Astronomen um die dunkle Scheibe des Merkur einen schmalen, mattleuchtenden Ring wahrgenommen zu haben behaupten, haben gerade die nüchternsten Beobachter wie Herschel keine Spur eines solchen Ringes oder überhaupt einer Formänderung des Sonnenrandes durch eine lichtbrechende Merkuratmosphäre, trotzdem die Unebenheiten und Lichtadern auf der Sonnenoberfläche ein sehr feines Mittel der Beobachtung dargeboten hätten, bemerken können. Nur der Umstand, daß Beer und Mädler am 29. September 1832 die sichtbare Phase des Merkur etwas kleiner fanden, als sie der Berechnung nach hätte sein müssen, könnte noch den Schluß auf eine nicht ganz durchsichtige Atmosphäre des Planeten gestatten.

Die Unklarheit, in welche wir diese Naturverhältnisse des Merkur noch gehüllt sehen, verschwindet, sobald es allgemeinen kosmischen Beziehungen gilt, und unter diesen steht zumal als eine der mächtigsten Lebensbedingungen die Beleuchtung und Erwärmung voran. Dem Merkurbewohner, wenn Sie solchem ein Dasein gönnen wollen, erscheint die Sonnenscheibe in dem mittlern Abstande des Planeten fast siebenmal heller strahlend und siebenmal größer als uns. Wenn die Beobachtungen in Betreff der Neigung der Rotationsaxe richtig sind, so so würde es auf dem Merkur allerdings ähnliche Tages- und Jahreszeiten, selbst ähnliche Zonen und Klimate wie auf der Erde geben. Aber denken Sie sich den außerordentlichen Wechsel, die Regsamkeit, die in das Merkurleben durch die auffallend excentrische Form der Bahn kommen muß. Während der Merkur in seiner äußersten Entfernung kaum das Fünffache des Lichts, das wir von der Sonne erhalten, empfängt, muß in seiner Sonnennähe ihm fast die elffache Licht- und Wärmemenge zuströmen. Welch schroffe Wechsel der überdies so kurzen Jahreszeiten werden dadurch bedingt!



Die Sonnenscheibe, wie sie von der Venus und von der Erde aus gesehen wird.

Aber es ist Nacht geworden auf der uns zugekehrten Seite des Merkur, und dort am mondlosen, sternarmen Himmel schimmert unsere Erde, mit der uns bekannten Venusscheibe an Größe wetteifernd; dort strahlt die Venus selbst, mehr denn viermal so hell, als wir sie je von der Erde erblickten. Dorthin lassen Sie uns eilen!

Digitized by Google

Wiederum rollten wir sieben Millionen Meilen in den Weltraum hinaus. Vor uns schwebte im Glanz einer die unsern Erdenhimmel schmückende fast um das Doppelte übertreffenden Sonnenscheibe die Venus, als Abend- und Morgenstern wegen der Schönheit ihres Lichtes gefeiert seit alten Zeiten, jetzt als ein mächtiger Ball fast von der Größe unserer Erde erscheinend. Keine der planetarischen Welten gelangt in eine solche Nähe zu unserer Erde als diese, die zu gewissen Zeiten sich bis auf $5^1/_4$ Millionen Meilen ihr nähert, freilich zu andern auch wieder auf 36 Millionen Meilen von ihr entfernt. Keine dieser Welten dürfte darum auch die Erwartung einer Aufklärung ihrer Naturverhältnisse durch die beobachtende Wissenschaft in so hohem Grade erregen als sie. Allerdings fühlte ich mich hier auch im Stande, sicherern und befriedigendern Aufschluß zu bieten, als ich es beim Merkur vermochte; aber die zu hoch gespannten Erwartungen mußte ich dennoch niederschlagen.

Gerade dieser Lichtglanz, meine Freunde, den Sie bei der Beobachtung der Venus für so günstig zu halten geneigt sind, macht ihre Erforschung schwieriger und erfolgloser als die manches dunklern und ferneren Planeten. Bereitwillig wie kein anderer Stern giebt sie ihre Schönheit den Blicken der Welt preis; aber in dieser Schönheit hat sie einen Schutz, der jede Annäherung verbietet. Lange bevor ein anderer Stern an unserem lichten Abendhimmel sichtbar wird, erscheint sie in ihrem Glanze, und nur selten sind die Zeiten, in denen sie nicht am Morgen- oder Abendhimmel leuchtet. Bis auf 48 Grade vermag sie sich von der Sonne zu entfernen und so dem Bereiche jedes Dämmerungsstrahles zu entziehen. Selbst in ihren schwächsten Lichtphasen, als zarte Sichel, sendet sie uns noch einen blendenden Glanz zu. Für die beste Sichtbarkeit der Venus hat die Berechnung in Uebereinstimmung mit der Beobachtung die Zeit ergeben, wo sie 40 Grade östlich oder westlich von der Sonne entfernt steht, also etwa 69 Tage vor oder nach ihrer untern Conjunction. Ihr scheinbarer Durchmesser, der in der untern Conjunction auf 66 Secunden anwachsen kann, beträgt dann etwa 40 Secunden, und die Breite des erleuchteten Theiles mißt sogar nur 10 Secunden. In dieser Stellung ist also zwar nur der vierte Theil der Venusscheibe erleuchtet, aber die Erdnähe giebt dieser schmalen Sichel ein so intensives Licht, daß sie in Abwesenheit der Sonne selbst Schatten wirft. Diese günstigen Bedingungen der Sichtbarkeit, die natürlich nur für das unbewaffnete Auge gelten, müssen ungefähr alle 29 Monate wiederkehren, in welcher Zeit die Venus, von der Erde gesehen, ihren Umlauf um die Sonne vollendet. Die größte Sichtbarkeit der Venus tritt sogar nur nach je acht Jahren ein, da dies die Periode ist, nach welcher die Conjunctionen der Venus nahezu an denselben Stellen des Himmels wiederkehren. Zu diesem Zeitpunkte kann sogar die Venus am hellen Mittage sichtbar werden, und diese wunderbare Erscheinung hat zu allen Zeiten die Aufmerksamkeit der Völker erregt, zu Zeiten sogar, wo man glauben sollte, daß durch die großartigen Ereignisse der Menschengeschichte der Sinn für die Erscheinungen am Himmel abgestumpft gewesen wäre. So erzählt Arago, daß General Bonaparte, als er sich einst nach dem Palais Luxembourg

Digitized by Google

begab, wo das Directorium ihm ein Fest geben wollte, in lebhaftes Erstaunen darüber gerieth, daß die versammelte Volksmenge auf der Straße mehr Aufmerksamkeit einer Stelle des Himmels über dem Palaste als seiner Person und seinem glänzenden Generalstabe zuwandte. Auf seine Nachfrage erfuhr er, daß man dort, obgleich es doch Mittag war, einen hellen Stern erblicke, den man für den Stern des Besiegers von Italien hielt, — eine Anspielung, setzt Arago hinzu, die dem gefeierten Feldherrn selbst nicht gleichgültig schien. Dieser Stern war die Venus.

Bei dieser außerordentlichen Sichtbarkeit ist die Venus allerdings seit alten Zeiten ein Gegenstand astronomischer Beobachtung gewesen; aber erst seitdem durch das Fernrohr die Möglichkeit gegeben war, sie auch in Zeiten geringeren Glanzes zu beobachten, ist man darin erfolgreich gewesen. Sind doch selbst die Lichtgestalten der Venus erst von Galilei im Jahre 1610 entdeckt worden! So weit also diese Schwierigkeiten der Beobachtung nicht ins Spiel kommen, ist auch die sicherste und zuverlässigste Kunde zu erwarten. Sie wissen, daß dies besonders von den Bahnverhältnissen gilt, also auch von ihrer Umlaufszeit um die Sonne, die genau 224 Tage 16 Stunden 49 Minuten 7 Secunden beträgt, und der daraus abgeleiteten mittlern Entfernung von der Sonne, die zu ungefähr 15 Millionen Meilen angegeben wird. Auch die wahre Größe des Planeten hat aus der Beobachtung seiner scheinbaren Größe, deren Durchmesser zwischen $9^1/_2$ und 62 Secunden schwankt und für einen mittlern, dem unserer Erde von der Sonne entsprechenden Abstand 16,9 Secunden beträgt, mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit abgeleitet werden können. Man schätzt diesen wirklichen Durchmesser auf 1700 Meilen. Ebenso ist die Dichtigkeit und Masse annähernd bestimmt worden, die erstere zu $^{16}/_{17}$, die letztere zu $^{22}/_{23}$ der irdischen.

Die Unsicherheiten, die Zweifel, die Täuschungen beginnen wieder erst bei den Aufschlüssen über die physische Naturbeschaffenheit des Planeten. Schon in Betreff der Rotation der Venus machen sie sich in auffallendem Grade geltend. Sie wissen, daß der Nachweis für die Rotation eines Planeten nur zu führen ist, wenn es gelingt, physische Unebenheiten auf seiner Oberfläche zu entdecken, deren Ortsveränderungen man an der Scheibe verfolgen kann. Eine solche wichtige Entdeckung machte nun im Jahre 1726 der römische Astronom Bianchini. Er beobachtete mitten auf der Venusscheibe sieben zum Theil unter einander zusammenhängende dunkle Flecken, die er Meere nannte, und aus deren Bewegung er Schlüsse auf die Rotation der Venus zog, die er zu 24 Tagen 8 Stunden bestimmte. Das war allerdings ein so auffallendes Resultat, daß es uns nicht wundern kann, wenn es schon damals Zweifel erregte. Nun hatte fast 60 Jahre früher der berühmte Dominique Cassini ähnliche Beobachtungen und Berechnungen angestellt. Auch er hatte einige Flecken auf der Venusscheibe entdeckt und aus ihrer Bewegung eine Axendrehung des Planeten abzuleiten versucht. Aber er hatte ihre Dauer nur auf etwa 23 Stunden schätzen zu können geglaubt. Jetzt, nach der Bianchini'schen Berechnung, nahm der jüngere Cassini die Beobachtungen seines Vaters wieder auf und leitete daraus eine

Digitized by Google

Rotationsdauer von 23 Stunden 15 Minuten ab. Die außerordentliche Verschiedenheit dieser beiden Resultate hat noch in neuerer Zeit zu einem sehr leidenschaftlichen Streite geführt, der erst in den Jahren 1840—42 durch die unzweifelhaften Beobachtungen des römischen Astronomen de Vico und zwar zu Gunsten Cassini's entschieden worden ist. Die Dauer der Venusrotation gilt seitdem zu 23 Stunden 21 Minuten $21{,}_{93}$ Secunden.

Cassini und Bianchini gehören zu den Ersten, welche Flecken auf der Venusscheibe beobachteten. Lange Zeit hat man sogar die Wirklichkeit dieser Flecken in Zweifel gezogen, da ihre Wiederauffindung nicht gelang. Der ältere Herschel erkannte zwar einige Flecken an der Grenzscheide zwischen Licht und Schatten in der sichelförmigen Venus, aber sie schienen ihm so schwach und veränderlich, daß er sie nicht der eigentlichen Oberfläche, sondern eher einer atmosphärischen Umhüllung der Venus zuschreiben mochte. Erst das Wiederauffinden der Bianchini'schen Flecken in ihren alten Umrissen durch de Vico hat jeden Zweifel in dieser Hinsicht gelöst.

Was die Unebenheiten der Venusoberfläche betrifft, so sind diese Flecken übrigens nicht die einzigen Anzeichen, die dafür sprechen; ein viel entscheidenderes und untrügliches Zeugniß liegt in den unebenen, zackigen Umrissen und den Abstumpfungen, welche die Hörner der Sichel bisweilen zeigen. Schröter behauptete sogar, einige Male nahe am südlichen Horne einen völlig isolirten hellen Punkt, der von der eigentlichen Sichel durch einen dunklen Zwischenraum getrennt war, erkannt zu haben. Daß solche Erscheinungen in keiner andern Weise erklärt werden können, als durch Annahme gebirgiger Unebenheiten, deren Gipfel noch von der Sonne beschienen werden, während die umliegenden Thäler bereits vom Schatten der Nacht umhüllt sind, unterliegt keinem Zweifel. Wenn aber Schröter aus der Dauer der Beleuchtung dieser Berggipfel ihre Höhe zu messen unternahm und diese zu 4, 5, ja zu 6 Meilen berechnete, also zu einer Höhe, welche das Drei- bis Vierfache der höchsten Berge unserer Erde beträgt, so ist dies ein sehr gewagtes und wohl zu bezweifelndes Resultat. Sie werden also mit Recht den neueren Astronomen beistimmen, welche aus ihren Untersuchungen keine Nothwendigkeit erkannt haben, der Venus höhere Berge zuzuschreiben, als sie unsere Erde besitzt.

Nicht minder interessant als diese Berge der Venus wird für Sie die Thatsache sein, daß es auch eine Atmosphäre der Venus giebt. Sie werden es begreiflich finden, daß man aus der genau bekannten Stellung der Venus zu Sonne und Erde zu jeder Zeit im Stande ist, auf das genaueste ihre Lichtgestalt zu berechnen. Nichtsdestoweniger aber erblickt man die Venusscheibe in einem sehr matten Schimmer beträchtlich über die durch Rechnung bestimmte Grenze hinaus. Auch ist es allen Astronomen aufgefallen, daß der äußere, der Sonne zugekehrte Theil der Venus stets in einem weit hellern Lichte erscheint, als der gegenüberliegende Rand, welcher die Grenzlinien zwischen Tag und Nacht, die Oerter der aufgehenden und untergehenden Sonne für die Venus bezeichnet. Man hat daher mit vollem Rechte diesen Lichtschimmer mit unserer

Digitized by Google

Dämmerung verglichen und angenommen, daß die Sonnenstrahlen, wenn sie den Rand des Venuskörpers streifen, in einer Atmosphäre gebrochen werden und so Punkte beleuchten, über welche sie sonst hinweggegangen wären. Herschel glaubt sogar auf bedeutende Wolkenbildungen in dieser Atmosphäre schließen zu müssen, aus deren Zurückwerfung sich das außerordentlich starke Licht am äußern Rande der Sichel erklären lasse. Jedenfalls scheint Alles auf eine der unserigen an Dichtigkeit und lichtbrechender Kraft ähnliche Atmosphäre der Venus hinzudeuten.

Das Bild, das Sie bis hieher von den Naturverhältnissen der Venus erhalten haben, wird Sie in auffallender Weise an die irdische Heimat erinnern. Aehnliche Tage und Nächte, ähnliche Dämmerung, ähnliche Wolken, Berge und Thäler, warum nicht auch Länder und Meere hier wie dort! Nur die Jahreszeiten werden, wiewol die zu Grunde liegende Beobachtung höchst zweifelhaft ist, in Folge einer außerordentlich starken Neigung der Axe gegen die Bahnebene des Planeten eine wesentliche Abweichung zeigen. Man giebt nämlich die Schiefe der Ekliptik für die Venus auf 72—75 Grade an und daraus würde man auf gewaltige klimatische Contraste auf der Venusoberfläche schließen müssen, auf eine Tropenzone, die unmittelbar von einer schmalen, eisigen Polarzone begrenzt würde. Jedenfalls gehört dieser Theil unseres Bildes noch in das Reich der Mythen.

Aber es giebt noch zwei andere Beobachtungen, die völlig unerklärt auf ganz eigenthümliche Verhältnisse des Planeten hindeuten und die wir doch anstehen müssen, in das Bereich der Mythen zu verweisen. Die eine betrifft einen seltsamen aschfarbenen Schimmer, in welchem sich die dunkle Seite der Venus bisweilen selbst am hellen Tage zeigt, in Stellungen dieses Planeten, wo er doch nur zu einem Theile vom Sonnenlicht erhellt sein kann. Zu zweifeln ist an dem Thatsächlichen dieser Beobachtung nicht, denn sie ist wiederholt und von glaubwürdigen Astronomen, zuerst von Andreas Meyer in Greifswald im J. 1759, dann von Harding und Schröter gemacht worden. Wir haben in ähnlichem Lichte die dunkle Seite unseres Mondes in den ersten Tagen nach dem Neumonde schimmern sehen; aber hier war es der Wiederschein des Erdenlichts, welcher diesen Schein erklärte. Bei der Venus ist kein Weltkörper vorhanden, der durch seinen Lichtreflex sie beleuchten könnte. Oder soll man dem Merkur oder der Erde eine solche Wirkung zuschreiben, die doch viel zu entfernt stehen, um eine solche Annahme zu rechtfertigen? Die meisten Astronomen, darunter Olbers und William Herschel, haben in einer eigenthümlichen Phosphorescenz des Venuskörpers eine Erklärung der Erscheinung gesucht; Andere, wie Mädler, haben angenommen, daß die ganze Atmosphäre des Planeten bisweilen der Schauplatz von Lichtentwickelungen sei, die sich am besten mit denen vergleichen lassen, welche die Nordlichter auf der Erde erzeugen. Wie dem auch sei, eine sichere Erklärung ist noch nicht gefunden, und wir stehen hier vor einem ungelösten, seltsamen Räthsel.

Dazu kommt eine zweite Beobachtung, die lange Zeit außerordentliches Aufsehen gemacht hat und erst durch Machtsprüche namentlich deutscher Astro-

Digitized by Google

nomen, wie noch in neuester Zeit Humboldt's, in das Dunkel der Mythe zurückgewiesen wurde. Am 28. August 1686 beobachtete Dominique Cassini in der Nähe der Venus, etwa $^3/_5$ ihres Durchmessers von ihr entfernt, einen kleinen schwach schimmernden Stern, der eine Phase, ähnlich der des Planeten, zeigte und ungefähr ein Viertel seines Durchmessers maß. Schon vierzehn Jahre vorher hatte er eine ähnliche Beobachtung gemacht, aber dem Zeugniß seiner Augen damals nicht getraut. Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts wurde nun diese auffallende Erscheinung, die man für einen Mond der Venus erklärte, von den geübtesten und scharfsichtigsten Beobachtern aufs Neue erkannt. Short, berühmt als Verfertiger von Spiegelteleskopen wie als Astronom, zwei französische Astronomen, Montaigne in Limoges und Montbarron in Auxerre, und zwei dänische Astronomen, Rödkier und Horrebow in Kopenhagen, machten unabhängig von einander und mit ganz verschiedenen Instrumenten dieselbe Beobachtung. Die Uebereinstimmung war so groß, daß Lambert aus ihren Angaben eine Bahnberechnung des Venusmondes herleiten konnte. Daß wir es hier nur mit einer so groben optischen Täuschung zu thun haben sollten, wie der Wiener Astronom Pater Hall zuerst behauptet hat, daß der Venusmond nichts als eine Seitenabspiegelung in den noch unvollkommen construirten Fernröhren jener Zeit wäre, das dürfte doch eine etwas zu oberflächliche Abfertigung einer Beobachtung sein, die von so verdienstvollen und geachteten Forschern gemacht wurde. Gleichwol ist der Venusmond nicht wieder gesehen worden, selbst unter den günstigsten Umständen, zur Zeit der Durchgänge der Venus durch die Sonnenscheibe. Aber das Nichtsehen beweist noch nichts. Auch die Bianchini'schen Flecken in der Venus waren ein ganzes Jahrhundert hindurch nicht beobachtet worden. Sie werden mir darum Recht geben, wenn ich dem Venusmond einstweilen zwar eine Stelle unter den sicheren Eroberungen der Wissenschaft versage und ihn in das Bereich der bloßen Möglichkeiten verweise, ohne ihn doch geradezu als Traumbild einer unkritischen Zeit zu verspotten.

Einen letzten Gruß noch, ehe wir scheiden, der strahlenden Venus! Ein Denkzeichen einer der schönsten und glänzendsten Thaten der Wissenschaft steht sie da. Sie war es ja, die in ihren Durchgängen durch die Sonnenscheibe das Mittel bot, den Abstand der Sonne von der Erde zu messen und damit einen Maßstab zu gewinnen, mit dem jetzt der Astronom das ganze Weltgebäude durchmißt! Nun aber weiter hinaus in den dunklen Raum! Bald ist die weite Einöde durchflogen, und dort taucht bereits der wohlbekannte Erdball aus der Nacht herauf. Vom Sonnenglanz umflossen schwebt er jetzt vor uns, und deutlich unterscheiden wir bereits Länder und Meere. Wol lockt uns die Sehnsucht nach den heimatlichen Fluren, aber vorwärts mahnt der Gedanke, in die ferne Fremde geht unser Flug. Hinter uns entschwindet die Erde, schon ist sie in Nacht versunken und schimmert nur noch als ein Stern unter Sternen. Da taucht vor uns ein fremder, in wunderbar rothem Lichte glänzender Weltkörper auf. Hier lassen Sie uns Halt machen.

Mehr als 30 Millionen Meilen sind wir jetzt von der Sonne entfernt,

Digitized by Google

und kaum noch halb so groß erscheint ihre Scheibe, als wir sie von der Erde her zu sehen gewohnt sind. Der rothe Weltkörper vor uns ist der Mars. Ich sagte Ihnen schon, daß es kein romantisches Gebiet sei, durch das der Weg uns anfangs führen werde. Aber einen historischen Schauplatz haben Sie betreten, bedeckt mit den Trophäen, den Denksteinen unsterblicher Thaten des menschlichen Geistes. Je weiter wir vorschreiten, desto zahlreicher werden diese Denksteine uns entgegentreten, desto lebendiger werden sie sprechen von den Siegen, die hier errungen. Auch dieser Mars ist ein solcher Denkstein. An seinen Namen knüpft sich eine Entdeckung, die zu den herrlichsten aller Zeiten zählt. An ihm fand der unsterbliche Kepler jene Gesetze, durch welche der Wissenschaft gleichsam erst der Himmel erschlossen ward, da sie seine Ereignisse begreifen und durch Maß und Zahl beherrschen lehrten.

Mars.

Aber nicht blos um seiner historischen Erinnerungen willen, sondern auch seiner interessanten Naturverhältnisse wegen verdient der Mars Ihre Beachtung. In einem Zeitraum von 1 Jahr 321 Tagen 17 Stunden 30 Minuten 41 Secunden durchläuft er seine Bahn um die Sonne, in Abständen, die wegen der außerordentlich excentrischen Gestalt seiner Bahn zwischen $28^1/_2$ und $34^1/_2$ Mill. Meilen wechseln. Dem irdischen Beobachter erscheint er als ein auffallend rother Stern, in der günstigsten Stellung von erster Größe, aber in seinen weiteren Abständen bis zur dritten Größe herabsinkend. Auch er zeigt Phasen, die aber niemals zu einer wirklichen Sichelgestalt anwachsen, ja niemals auch nur jene Gestalt überschreiten, welche der Mond uns drei Tage nach dem Vollmond darbietet. Der Durchmesser seiner Scheibe mißt zwischen 3,3 und 23 Secunden, in einem mittleren Abstande, dem der Sonne von der Erde gleich, 5,8 Secunden. Sein wirklicher Durchmesser berechnet sich daraus auf 892 Meilen. Er ist also einer der kleinsten unter den älteren Planeten, an Körperinhalt kaum ein Siebentel der Erde fassend. Eine sichere Bestimmung seiner Masse erwartet man erst aus sorgfältigen Beobachtungen der Störungen, welche er im Laufe des de Vico'schen Kometen bewirkt; gegenwärtig schätzt man sie auf etwa $^2/_{15}$ der Erdmasse, seine Dichtigkeit auf $^{23}/_{24}$ der Erddichtigkeit.

Ich sagte Ihnen, daß Sie merkwürdige Dinge vom Mars zu erfahren hätten. Schon die rothe Färbung deutet auf dergleichen hin. Sie ist dieselbe, in der der Planet bereits den alten Griechen und Indern vor 2—3 Jahrtausenden erschien, und muß darum wol in dauernden Naturverhältnissen seinen Grund haben. Aber vergeblich hat man sich in Erklärungen erschöpft. Die Einen

Digitized by Google

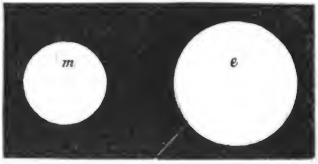
haben an ein ockerhaltiges Erdreich, einen rothen Sandsteinboden gedacht, von welchem das Sonnenlicht dort zurückstrahlen soll; Andere haben in einer röthlich gefärbten Vegetation, noch Andere in einer trüben Atmosphäre, wie sie bisweilen bei uns zur Zeit des Sonnenuntergangs über alle Gegenstände einen röthlichen Schimmer verbreitet, eine Erklärung zu finden geglaubt. Gestehen wir lieber, daß wir hier noch nichts zu erklären vermögen.

Eine andere Sonderbarkeit, welche diesen Planeten sogar in den Verruf einer gewissen Gesetzwidrigkeit gebracht hat, glaubte man bis in die neueste Zeit in seiner Gestalt zu erkennen. Man behauptete nämlich eine Abplattung des Mars beobachtet zu haben, wie sie im Widerspruch mit allen Gesetzen der Mechanik stehen würde. Herschel gab diese Abplattung zu $^1/_{16}$, Arago nach seinen genauesten Messungen mindestens zu $^1/_{30}$ an. Sie wissen, daß die Abplattung eines Weltkörpers sich nur als eine Folge seiner Rotation auffassen läßt, daß sie also zur Geschwindigkeit derselben in irgend einem Verhältniß stehen muß. Nun erfolgt aber die Rotation des Mars nach ganz unzweifelhaften Beobachtungen noch 41 Minuten 26 Secunden langsamer als die Rotation der Erde, und doch sollte seine Abplattung mindestens zehnmal so groß als die der Erde sein! Gleichwol haben die besten unserer Astronomen und mit ihnen auch A. v. Humboldt jene Abplattung als eine unbestreitbare Thatsache festgehalten und sich sogar über die Entschiedenheit verwundert, mit welcher ein so großer Astronom wie Bessel in Königsberg das Vorhandensein einer Marsabplattung, die sich mit den besten unserer heutigen Instrumente messen lasse, bestritt. Sie können sich denken, in welchen Vermuthungen unsere Astronomen sich über die Ursache jener augenscheinlichen Ungesetzlichkeit ergingen. Die einen wollten sie in jener Wirkung verschiedener, nach innen an Dichtigkeit zunehmender Schichten des Marskörpers sehen; andere meinten, die flüssige Oberfläche des Mars müsse wol früher erhärtet sein, als er die seiner Rotationsgeschwindigkeit entsprechende Figur habe annehmen können; noch andere suchten den Grund in lokalen Erhebungen, welche bei der verhältnißmäßigen Kleinheit des Mars einen bedeutenden Einfluß auf seine Gestalt gewonnen hätten. Allen diesen Vermuthungen dürfte durch die Bestätigung, welche die Bessel'sche Ansicht neuerdings durch die Untersuchungen von Oudemans gefunden hat, ein Ende gemacht und jeder Anlaß beseitigt sein, den Mars noch ferner als außerhalb des Gesetzes stehend zu betrachten.

Jetzt muß ich Sie auf die Oberfläche des Mars selbst geleiten, und hier, glaube ich, werden die Aufschlüsse der Wissenschaft noch Ihre Erwartungen übertreffen. Kein Planet hat seine Naturverhältnisse dem Auge des Beobachters so offen dargelegt als der Mars. Wenn Sie sich noch an die Aufschlüsse erinnern, die wir von den Naturverhältnissen der Mondoberfläche erhielten, so waren es dort im Wesentlichen solche, die in den geognostischen Verhältnissen unserer Erde eine Vergleichung fanden. Hier sind es die meteorologischen Erscheinungen der Erde, an die Sie gemahnt werden. Daß der Mars allerdings auch Berge und Ebenen, vielleicht auch Kontinente und Meere gleich unserer Erde besitzt, dafür bürgen die unveränderlichen dunklen Flecken, die man auf

Digitized by Google

seiner Scheibe bereits seit mehr als 200 Jahren beobachtet hat. Sie wissen, daß man mit Hülfe dieser Flecken sowol die Axendrehung des Mars als die Neigung seiner Axe gegen die Ebene seine Bahn herleiten kann. Letztere beträgt nach Herschel's Beobachtung 61° 18′, so daß die Ausweichung der Sonne für den Marsäquator nach Süden und Norden 28° 42′ erreicht. Als eine Folge dieser Axenstellung muß auf dem Mars ein Jahreszeitenwechsel bestehen, wie auf der Erde, und durch die große Excentricität der Bahn wird der Gegensatz der Jahreszeiten noch schroffer gemacht. Es wird Ihnen bekannt sein, daß von dieser Bahngestalt das Verhältniß von Sommer und Winter bedingt ist. Während nun bei uns beide nahezu gleich sind, kommen für die nördliche Halbkugel des Mars auf den Sommer 372, auf den Winter nur 296½ Tage. Die Jahreszeiten der südlichen Halbkugel sind natürlich denen der nördlichen gerade entgegengesetzt; der Sommer ist hier die kürzere, aber was er an Dauer verliert, gewinnt er wieder an Sonnenwärme, da der Mars sich zur Zeit des südlichen Sommers in der größern Nähe zur Sonne befindet. Während also die nördliche Hälfte lange, gemäßigte Sommer und kurze, milde Winter hat, sind die Sommer der Südhälfte kurz und heiß, die Winter lang und streng.

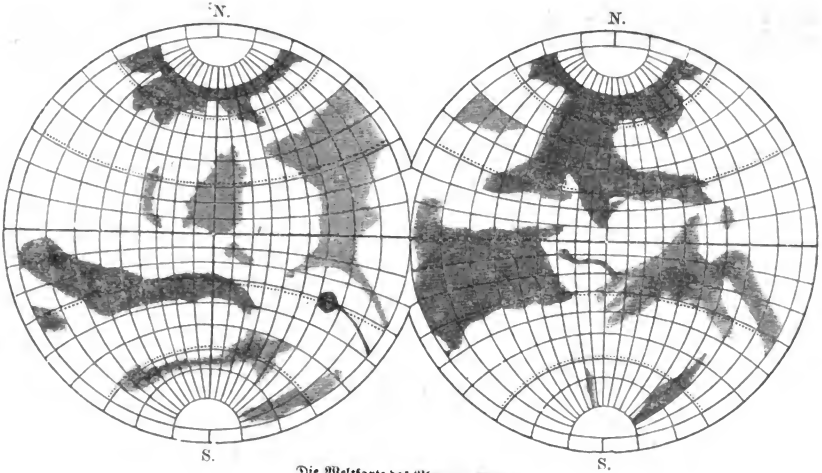


Die Sonnenscheibe links vom Mars, rechts von der Erde aus gesehen.

So interessant Ihnen auch diese aus bloßen kosmischen Verhältnissen gezogenen Schlüsse auf die Jahreszeiten eines so viele Millionen Meilen weit entfernten Weltkörpers erscheinen werden, so werden Sie doch meinen: es sind eben nur Schlüsse. Was werden Sie aber dazu sagen, daß man den Verlauf dieser Jahreszeiten auf dem Mars sogar direkt beobachten kann! Das mag Ihnen märchenhaft klingen, aber bei der größten Zweifelsucht werden Sie sich den Thatsachen nicht entziehen können.

Der Mars hat eine Atmosphäre, das geht unwiderleglich schon aus der zuerst von Herschel gemachten Beobachtung gewisser beweglicher Streifen zwischen den unveränderlichen dunklen Flecken, noch mehr aber aus der übereinstimmend von allen Beobachtern festgestellten Thatsache hervor, daß jene dunklen Flecken stets an den ausnehmend stark erhellten Rändern des Planeten verschwinden. Sie werden zugeben, daß eine solche Atmosphäre so gut wie unsere irdische ihre Aufhellungen und Trübungen haben wird, und zwar nicht blos solche, die von zufälligen oder vorübergehenden Ursachen bedingt werden, sondern auch allgemeine und dauernde, wie sie der Charakter der Jahreszeiten mit sich führt. Nun haben in der That Beer und Mädler beobachtet, daß die beständigen Flecken des Mars bestimmter, gesonderter, intensiver zur Zeit ihres Sommers, formloser, bleicher, verwaschener zur Zeit ihres Winters erscheinen, daß also auch dort wie bei uns verschiedene Durchsichtigkeitsgrade der Atmosphäre die Jahres-

Digitized by Google



Die Weltkarte des Planeten Mars.

zeiten charakterisiren, ein reinerer, klarerer Himmel sich über den sommerlichen, ein trüberer, dumpferer über den winterlichen Fluren des Mars wölbt. Aber nicht blos die heitern und trüben Tage des Mars, auch das drohende Anwachsen des Eises an seinen Polen kann der Astronom von seinem fernen Standpunkte auf der Erde wahrnehmen. Aber Eis auf dem Mars! Ist das die vielgerühmte nüchterne Prosa der astronomischen Forschung, oder erinnert es nicht vielmehr an die leichtfertige Phantasie der Märchendichtung, welche die Ferne unbekannter Welten mit irdischen Dingen ausfüllt? Ich überlasse es Ihnen, mit den Astronomen darüber zu rechten; aber es sind in der That sehr nüchterne prosaische Schlüsse, welche sie zu der Ueberzeugung vom Vorhandensein von Schnee und Eis, oder wenn sie es strenger nehmen wollen, von winterlichen Niederschlägen, wie wir sie als Schnee und Eis kennen, auf dem Mars gebracht haben. Es zeigen sich nämlich an den beiden Polen des Mars zwei weiße Flecken, deren Glanz die ganze übrige Marsfläche um mehr als das Doppelte übertrifft. Diese Flecken wachsen und nehmen ab und zwar in unverkennbarem Zusammenhange mit den Jahreszeiten des Mars. Die größte Veränderlichkeit in seinen Umrissen zeigt der südliche Polarfleck, wie ja auch am Südpol die größten Extreme der Temperaturen statthaben. Zur Zeit der Nachtgleichen zeigen beide Flecken gleiche Ausdehnung; während des Winters reichen sie oft über 25 Grade vom Pol, im Sommer schmelzen sie auf 5—6 Grade zusammen. Wenn Herschel im Jahre 1781 den südlichen Flecken außerordentlich groß erblickte, so geschah dies nach einem 12 Monate langen, sonnenlosen Winter auf dieser Halbkugel; und wenn derselbe Flecken im J. 1783 sehr klein erschien, so war ein 8 Monate langer heißer Sommer auf dem Südpol des Mars vorhergegangen. Solche Uebereinstimmung zwischen der Ausdehnung jener weißen Flecken und dem Stande der Sonne gestattet wol an ähnliche winterliche Niederschläge in der Atmosphäre des Mars zu denken, wie sie in unserer Atmosphäre alljährlich erfolgen und, durch die Wärmeverhältnisse unserer Pole bedingt, sie bald in größeren, bald in kleineren Kreisen umlagern. Wenn aber solche Niederschläge dort stattfinden, dann muß es auch Wolken, Wind und Regen auf dem Mars geben, dann müssen auch Meere und Ströme seine Oberfläche bedecken. Da haben Sie ein Bild von den Naturverhältnissen des Mars, wie Sie es sich nicht irdischer denken können.

Aber zum letzten Male treten uns in der Ferne des Weltraumes solche Erinnerungen an die irdische Heimat entgegen. Je weiter wir vordringen, um so fremder werden die Verhältnisse. Ein weiter, dunkler Raum, lange für eine öde Wüste gehalten und auch jetzt nur durch die Wissenschaft mit einer Schaar seltsam kleiner Weltkörper bevölkert, trennt uns noch von einem Reiche wunderbarer, gewaltiger Gestalten, für welche der irdische Maßstab nicht mehr ausreicht. Diese weite 75 Mill. Meilen umfassende Kluft, welche die erdeverwandten sonnennahen Planeten von den fernen Riesenwelten unsers Systems scheidet, ist das Ziel unsers nächsten Ausfluges.

Digitized by Google

Die Sternwarte zu Greenwich.

Fünftes Kapitel.

Die Planetoiden.

Es ist ein Glück, daß es nicht das 18., sondern das 19. Jahrhundert ist, in dem wir leben. Hätte ich 60 Jahre früher die Aufgabe erhalten, Sie durch den vor uns liegenden Theil des Himmelsraumes zu führen, es wäre in der That eine Wüstenwanderung geworden. Jetzt vermag ich Ihnen wenigstens den weiten Weg durch die Erzählung der großen Thaten zu verkürzen, welche die jüngste Geschichte der Wissenschaft auf diesem Felde aufzuweisen hat, vermag Ihnen zahlreiche Welten am Wege zu zeigen, die freilich nicht bedeutend durch ihre Größe und dunkel in ihren Naturverhältnissen, doch hohes Interesse durch den Blick bieten, welchen sie in die Manchfaltigkeit der Gestaltungen unserer Weltordnung eröffnet haben. Die Geschichte des Weltraumes zwischen dem eben verlassenen Mars und dem noch 75 Millionen Meilen fern von uns schwebenden Jupiter ist eine der anziehendsten Episoden in der Geschichte der Wissenschaft, und nirgends tritt so deutlich die Bereitwilligkeit hervor, mit welcher der Zufall seine Hand bietet, sobald die Hülfsmittel der Beobachtung und die theoretische Kenntniß der Gesetze gemeinsam in ein gewisses Stadium ihrer Entwickelung getreten sind.

Digitized by Google

Allen wichtigen Wendepunkten in der Geschichte der Wissenschaft pflegt ein allgemeines, ahnungsvolles Drängen auf ein nahes, wenn gleich oft kaum erreichbar scheinendes Ziel voranzugehen. Jenes dunkle philosophische Vorgefühl der Alten von dem Dasein zahlreicher ungesehener Planeten im Himmelsraume war seit Kepler zu einer bewußten, auf kosmische, freilich noch nicht wissenschaftlich zu begründende Verhältnisse gestützten Vermuthung geworden. Seit man die Abstände der Planeten von einander genauer kennen gelernt hatte, mußte auch die große Lücke zwischen Mars und Jupiter immer auffälliger erscheinen. Ein mystisches Zahlenspiel war es zwar zunächst, worin jene Ahnung ihren Ausdruck fand. Die Sphärenharmonie der Alten war noch nicht ganz verklungen, und der bezaubernde Sang der Sirenen, denen Plato einst ihren Sitz auf den Planetensphären angewiesen hatte, hallte selbst noch in den Ohren eines Kepler wieder. Es waren Analogien der Tonverhältnisse mit den Abständen der Planeten, auf welche der berühmte Entdecker der Gesetze der Himmelsbewegungen die kühne Vermuthung der Existenz eines noch ungesehenen Planeten in der großen planetenlosen Kluft zwischen Mars und Jupiter gründete. Die wissenschaftliche Weltanschauung entkleidete sich im Laufe der Jahrhunderte ihres poetischen Schmuckes, und um die Mitte des 18. Jahrhunderts begegnet uns nur noch ein nüchternes Zahlenspiel. Der Wittenberger Astronom Titius machte um diese Zeit den Versuch, die Abstände der Planeten auf eine Zahlenreihe zurückzuführen. Wenn man den Abstand des äußersten Planeten Saturn von der Sonne in 100 Theile eintheilt, sagte er, so kommen vier solche Theile auf den Abstand des Merkur, $4+3=7$ derselben auf den Abstand der Venus, $4+6=10$ auf den der Erde, $4+12=16$ auf den des Mars. Dann aber tritt eine Lücke in diese Reihe ein, die durch Verdoppelung der Unterschiede fortschreitet. Erst Jupiter und Saturn entsprechen wieder weiteren Gliedern derselben. Jene Lücke, welcher die Zahl 28 für den Abstand von der Sonne entsprechen sollte, glaubte nun Titius mit den unbekannten Trabanten des Mars oder des Jupiter ausgefüllt. Auch andere Astronomen begannen sich mit solchen Reihen zu beschäftigen, und vor allen Bode am Ende des Jahrhunderts, von dem sogar diese Reihe, die nicht einmal den einfachsten Bedingungen einer arithmetischen Reihe genügt, den Namen des Bode'schen Gesetzes herleitet.

Gleichwol schien jenes Zahlenspiel durch Herschel's Entdeckung eines neuen Planeten an den Grenzen unseres Systems eine gewisse Bestätigung zu erhalten; denn auch der Uranus paßte in diese Reihe. Die Erwartung, auch jene Lücke zwischen Mars und Jupiter durch eine ähnliche Entdeckung ausgefüllt zu sehen, ward immer lebhafter, und wenn auch die Philosophen der damaligen Zeit, selbst der große Philosoph von Königsberg, sich schnell jeder Sorge durch den Gedanken zu entledigen wußten, daß der vermuthete Planet von der gewaltigen Masse des Jupiter aufgezehrt sei, so glaubten die Astronomen bescheiden seine Abwesenheit aus den Mängeln der bisherigen Beobachtung zu erklären. Für die Astronomen galt es also Versäumtes nachzuholen, und dazu rüstete man sich in der That mit einem bewundernswürdigen Eifer. Am 21. September des

Digitized by Google

Jahres 1800 trat sogar eine Gesellschaft von Astronomen zu dem Zwecke einer systematischen Aufsuchung des zwischen Mars und Jupiter vermutheten Planeten zusammen. Vierundzwanzig über ganz Europa zerstreute Astronomen sollten sich nach diesem Plane in den Thierkreis theilen, jeder eine genaue Himmelskarte seines Departements bis zu den kleinsten teleskopischen Sternen entwerfen und durch wiederholte Revision am Himmel sich des unverrückten Zustandes seines Distrikts oder jedes wandernden fremden Gastes versichern. Durch eine solche streng organisirte, in 24 Departements abgetheilte Himmelspolizei hoffte man endlich dem so lange menschlichen Blicken verborgenen Planeten, wenn er anders existire, auf die Spur zu kommen. Ehe aber noch diese Gesellschaft ihre Thätigkeit recht entfalten konnte, kam ihr der Zufall zuvor.

Es war am ersten Tage des 19. Jahrhunderts, am 1. Januar 1801, als dem Astronomen Piazzi in Palermo, der sich bereits seit neun Jahren mit der Aufstellung seines berühmten Sternenverzeichnisses beschäftigte, beim Aufsuchen eines kleinen Sternes im Stier der Zufall jenen lange gesuchten Stern in das Feld seines Fernrohrs führte. Ohne eine Ahnung von der Bedeutung seiner Beobachtung zu haben, notirte er nur die Stellung dieses Sternes, der etwa achte Größe zeigte. Auch als er am andern Abend nach seiner Gewohnheit, jede Bestimmung zu wiederholen, den Stern aufs Neue beobachtete und eine auffallende Abweichung von der ersten Bestimmung erkannte, glaubte er die Ursache nur in Fehlern seiner Notirung sehen zu dürfen. Als sich aber diese Ortsveränderung in den folgenden Tagen wiederholte und zwar mit unverkennbarer Regelmäßigkeit, da konnte er sich nicht mehr die freudige Gewißheit verbergen, daß er die Entdeckung eines wirklichen Wandelsternes gemacht habe. Nur darüber konnte er noch in Zweifel bleiben, ob er es mit einem eigentlichen Planeten oder mit einem eigenthümlichen schweiflosen Kometen zu thun habe. Es war, wie die Folge lehrte, in der That ein Planet, der noch heute den Namen führt, den ihm der Entdecker gab. Es war die Ceres.

Leider versäumte Piazzi, vielleicht in dem Verlangen, mit der Ehre der Entdeckung auch die Ehre der ersten Berechnung zu vereinigen, die sofortige Veröffentlichung seiner Entdeckung. Erst am 24. Februar gab er Bode eine Nachricht. Aber ehe bei der Langsamkeit des damaligen Verkehrs, der zumal durch die Napoleonischen Kriegswirren noch erschwert wurde, diese Nachricht nach Deutschland gelangte, waren drei Monate vergangen, und die jugendliche Ceres hatte sich längst wieder in den Sonnenstrahlen verborgen. Ihr Wiederauffinden schien abermals dem Zufall anheimgegeben, und das war eine trostlose Aussicht. Aber es scheint, als ob damals sich Alles vereinigen sollte, die unbekannten Welten ihrer langen Verborgenheit zu entreißen.

Sie müssen sich die Gefahr, in welcher diese neue Entdeckung schwebte, in ihrer ganzen Größe vorstellen. Die Lehre von der Bahnbestimmung der Himmelskörper lag damals noch sehr im Argen. Durch die unsterblichen Thaten eines Kepler und Newton war man allerdings in den Stand gesetzt, die Bahnen der Planeten mit großer Genauigkeit zu berechnen, aber nur mit Hülfe der

Digitized by Google

bekannten Umlaufszeiten. Wenn ein Weltkörper sich nur auf kurze Bahnstrecken der Beobachtung zugänglich erwies, wie die Kometen, da sah man sich gezwungen, die wahre elliptische Bahnform durch eine parabolische zu ersetzen und so ins Unbestimmte, Unendliche hinauszudehnen, um wenigstens für den kurzen Lauf in der Nähe der Sonne genügende Bestimmungen zu erlangen. Wenn der berühmte Halley'sche Komet des Jahres 1759 eine Ausnahme zu machen scheint, so gelang die Berechnung seiner elliptischen Bahn doch auch nur dadurch, daß man auf frühere Erscheinungen desselben Kometen zurückging, also eine bekannte Umlaufszeit zu Grunde legte. Auch bei dem neuentdeckten Planeten Herschel's, dem Uranus, waren die Schwierigkeiten nicht bedeutend theils wegen der nahezu kreisförmigen Gestalt seiner Bahn, theils weil seine Lichtstärke und die Langsamkeit seiner Bewegung sein Wiederauffinden wesentlich erleichterten. Ganz anders gestaltete sich die Lage für die Entdeckung Piazzi's. Hier war ein Himmelskörper nach nur wenigen Tagen der Beobachtung verloren gegangen. Hier trat in unerbittlicher Strenge die Forderung an die Astronomen des 19. Jahrhunderts, die Lösung des großen Problems der Himmelswissenschaft zu vollbringen: die Bahn eines Weltkörpers zu bestimmen, ohne Voraussetzung irgend einer krummen Linie aus Beobachtungen, die nur wenige Tage umfassen. Gelang diese Lösung nicht — und die größten Astronomen bezweifelten sie — so war der eben gewonnene Fund vielleicht unwiederbringlich verloren.

Da war es einer der größten Geister aller Jahrhunderte, der kaum 24jährige Gauß, welcher die junge Ceres ihrem düsteren Schicksale entriß, indem er die Lösung jenes für unlösbar gehaltenen Problems vollzog. Schon seit längerer Zeit mit dieser Arbeit beschäftigt, bedurfte er nur dieser Anregung, um sie zum Abschluß zu bringen, nur dieser Gelegenheit, um sie ihre öffentliche Probe bestehen zu lassen. Nach wenigen Wochen bereits waren die Resultate seiner Rechnung in den Händen der Astronomen. Die bis dahin unerhörte Uebereinstimmung der von Gauß berechneten Ceresbahn mit den bereits erhaltenen Beobachtungen erweckte gerechtes Vertrauen in den Ort, den er dem Himmelskörper für seine nächste Sichtbarkeit zuwies, und schon am ersten Tage der Beobachtung, am 7. Dezember, gelang es Zach, den verlornen Fremdling aufzufinden. Damit war der astronomischen Welt die große Lehre gegeben, sich ihrer Funde am Himmel auch zu versichern.

Wenige Monate nach dieser glücklichen That führte der Zufall den Bremer Astromen Olbers zu einer neuen Entdeckung. Als er am 28. März 1802 die Ceres beobachtete, bemerkte er ganz in ihrer Nähe einen kleinen Stern, der nach seiner genauen Kenntniß dieses Theils des Himmels noch nie zuvor dort gestanden haben konnte. Fortgesetzte Beobachtungen erwiesen bald die Beweglichkeit dieses Gestirns. Es war ein Glück, daß die Ceres damals bereits wiedergefunden war, sonst hätte die Verwirrung noch dadurch gesteigert werden können, daß man diesen zweiten Planeten, zumal bei der auffallenden Aehnlichkeit der Bewegungen, für eine Wiedererscheinung des erstern gehalten hätte. Dabei lag zugleich etwas so Ueberraschendes und so ganz allen damaligen Vorstellungen von

Digitized by Google

der Weltordnung Widersprechendes in dem Gedanken, daß man in jener Lücke zwischen Mars und Jupiter nun statt eines Planeten zwei oder wol gar mehrere neben und mit einander kreisende erblicken sollte, daß selbst Zach den neu entdeckten Fremdling nur unter dem Namen eines Kometen zu verkünden wagte, und daß Herschel ihm wie der Ceres nur die Benennung von Asteroiden zugestehen wollte. Man hat damals dem großen Astronomen den ungerechten Vorwurf gemacht, er habe den ersten Entdeckern dieser Weltkörper eine Ehre nicht gegönnt, die sie ihm, dem Entdecker des Uranus, an die Seite gestellt hätte. Aber Herschel war in der That so von den sonderbarsten Vorstellungen über das Wesen dieser neuen Gestirne erfüllt, die er für ein Mittelding zwischen Planeten und Kometen gehalten wissen wollte, daß er dadurch sogar die Schönheit und den Schmuck unseres Systems noch mehr erhöht meinte, als es selbst durch Entdeckung eines neuen Planeten hätte geschehen können. Die Berechnungen des scharfsinnigen Gauß erwiesen bald die wahre Planetennatur des neuen Gestirns, dem man den Namen Pallas gab.

Der seltsame Umstand, daß zwei Planeten nahe in derselben mittlern Entfernung ihre Bahnen um die Sonne durchlaufen, die Kleinheit dieser Körper, die nur mit Teleskopen gesehen werden konnten, die eigenthümliche Lage ihrer Bahnen, die an einer Stelle einander fast begegnen, das Alles leitete Olbers auf den sinnreichen Gedanken, daß man hier vielleicht nur die Bruchstücke eines größern, durch irgend eine unbekannte Katastrophe zertrümmerten Planeten vor sich habe. Es lag also die Vermuthung nahe, daß noch andere solche Bruchstücke durch ein aufmerksames und zweckmäßig geordnetes Suchen am Himmel gefunden werden möchten. Es war aber auch ferner nothwendig, wenn die Olbers'sche Ansicht die richtige war, daß die Bahnen aller dieser Planetenbruchstücke sehr nahe in denjenigen Punkten des Raumes zusammentreffen mußten, wo die Katastrophe des ursprünglichen Planeten stattgefunden hatte. Für Ceres und Pallas waren es die Sternbilder des Walfisches und der Jungfrau, in welchen eine solche Annäherung stattfand, und diese Sternbilder mußten es also auch sein, auf welche die fernere Aufmerksamkeit der Planetensucher sich zu richten hatte.

Jedenfalls war es jetzt nicht mehr ein bloßer Zufall zu nennen, wenn Harding in Lilienthal bei der Vergleichung seiner zu diesem Zwecke angefertigten Himmelskarten mit dem Himmel selbst am 1. September 1804 in den Fischen einen Stern siebenter bis achter Größe auffand, den er bald als einen neuen Planeten, den dritten in der Gruppe zwischen Mars und Jupiter erkannte. Es schien zugleich, als ob die Olbers'sche Hypothese durch diese Entdeckung eine gewisse Bestätigung erhalten sollte, da die Berechnung zeigte, daß auch die Bahn dieses Planeten, der den Namen Juno erhielt, die Ebene der Ceresbahn nicht weit von dem Orte kreuzte, an welchem auch die Pallasbahn der Bahn der Ceres sich näherte. Aber eine neue scheinbare Bestätigung ward dieser Hypothese durch Olbers selbst. Am 29. März 1807 entdeckte er in dem Sternbilde der Jungfrau, also an einer der beiden Stellen des Himmels, die er selbst der Nachforschung empfohlen hatte, den vierten Planeten in dieser Reihe, die Vesta.

Digitized by Google

Ich möchte Sie aber keineswegs zu dem irrigen Glauben verleiten, als ob Vermuthungen in der Wissenschaft stets von solchen glücklichen Erfolgen gekrönt wären. Die Hemmnisse und Nachtheile, die sie der Forschung bereiten, sind weit häufiger und weit bedeutender. Auch hier blieben sie nicht aus. Es ist klar, daß durch jene Ansicht, alle noch zu entdeckenden Himmelskörper jener Gruppe müßten einmal in ihrem Laufe um die Sonne die Sternbilder der Jungfrau und des Walfisches passiren, der Nachforschung gewisse Schranken gezogen und damit die Aussichten auf Erfolg nothwendig verringert werden mußten. Nachdem daher Olbers und Harding Jahre lang den Himmel auf das sorgfältigste durchsucht hatten, ohne neue Planeten zu finden, begann man sich allmälig an den Gedanken zu gewöhnen, daß die Zahl dieser Welten nun abgeschlossen sei.

Der lange Zeitraum der Ruhe, welcher jetzt eintrat, wurde durch ein Unternehmen ausgefüllt, das wesentlich dazu beitrug, eine neue Epoche der Entdeckungen herbeizuführen. Es war die Ausführung genauer Sternkarten, welche die ganze Aequatorialzone des Himmels in einer Breite von 30 Graden und alle Sterne von 1. bis 9. Größe umfassen sollten. Bessel in Königsberg hatte sie angeregt, die Akademie der Wissenschaften in Berlin übernahm die Herausgabe. Diese Karten gelangten auch in die Hände von Dilettanten und gewährten in Verbindung mit der gleichzeitigen Verbreitung guter Fernröhre auch diesen einen Antheil an der astronomischen Forschung. Sie gestatteten bei der Treue des Bildes, das sie von dem betreffenden Theile des Himmels gaben, durch öfteres Vergleichen mit dem wirklichen Himmel jede Veränderung leicht zu ermitteln. Jedenfalls hat die damals schon beginnende Verbreitung der astronomischen Wissenschaft in die verschiedensten Kreise des Volkes, ihr schon durch die vorangegangenen großen Entdeckungen bedingtes Heraustreten aus der Enge der Studirzimmer einen wesentlichen Antheil an der reichen Entdeckungsepoche gehabt, die mit dem Jahre 1845 ihren Anfang nahm und noch nicht geschlossen ist. Gerade für Dilettanten hatte es etwas besonders Lockendes, auf eine verhältnißmäßig leichte Art sich einen bleibenden Namen in der Wissenschaft zu erwerben.

Einem Dilettanten war es denn auch vorbehalten, die Reihe der Entdeckungen zu eröffnen. Dem ehemaligen Posthalter Henke in Driesen glückte es am 8. Dezember 1845 beim Aufsuchen eines der vier ältern Planetoiden auf Grund der Berliner Karten den fünften dieser Reihe, die Asträa zu entdecken. Ein seltsamer Wettstreit begann jetzt. Astronomen und Dilettanten aller Nationen beeiferten sich, unsere Weltordnung mit neuen Bürgern zu bevölkern. Die Fülle der sich nun drängenden Entdeckungen war also keineswegs mehr ein bloßes Werk des Zufalls, sondern wesentlich eine Folge glücklicher und fleißiger Benutzung der vorhandenen Sternkarten.

Sie müssen sich aber auch die Arbeit, die jetzt noch erforderlich war, keineswegs gering vorstellen. Die kleinen Planeten, die man entdecken wollte, besitzen meist nur das Licht von Sternen 9. bis 11. Größe. Die besten bis dahin vorhandenen Karten, die Berliner, enthielten aber höchstens nur Sterne 9. Größe. Es galt also mindestens diese zu vervollständigen. Nun umfaßt der

Digitized by Google

Thierkreis, in welchem die Planeten aufzusuchen sind, 24 sogenannte Stunden. Eine der sternärmsten dieser Stunden, die zehnte des Thierkreises, enthält aber nur zehn dem bloßen Auge sichtbare Sterne, dagegen mehr als 3000 Sterne 1. bis 11. Größe, von denen wieder die Hälfte auf die beiden letzten Größenklassen allein kommt. Welche Zeit und Ausdauer gehört also dazu, nicht allein solche Karten herzustellen, sondern vollends sie mit dem wirklichen Himmel beständig zu vergleichen! Bedeutend vereinfacht wird diese Arbeit allerdings durch einen Umstand, der aber, so nahe er zu liegen scheint, doch erst spät praktische Beachtung fand. Sie wissen, daß jede Planetenbahn die Ebene der Erdbahn, die Ekliptik, nothwendig in zwei Punkten schneidet, die man den auf- und niedersteigenden Knoten nennt. Mindestens zweimal in seinem Laufe um die Sonne muß also jeder Planet in der Nähe der Ekliptik gesehen werden. Es ist daher nur nöthig, eine schmale Zone um die Ekliptik mit großer Sorgfalt zu durchmustern, um sicher zu sein, alle Planeten im Laufe der Zeit zu entdecken, wenn sie eben im Begriffe sind, einen der beiden Knoten ihrer Bahn zu passiren.

Das größte Verdienst um die praktische Verwerthung dieses Gedankens gebührt jedenfalls Russel Hind, damals Astronom an der Privatsternwarte des Herrn Bishop in Regentspark zu London. Seine bereits größtentheils vollendeten Karten umfassen eine Zone von 3 Grad zu beiden Seiten der Ekliptik und enthalten alle Sterne bis zur elften Größe. An sie knüpften sich die außerordentlichsten Erfolge; gelang es doch Hind selbst in dem kurzen Zeitraum von sieben Jahren 10 neue Planeten zu entdecken! Später begann auch Chacornac in Marseille und de Gasparis in Neapel solche und zum Theil noch umfassendere Ekliptikkarten zu entwerfen, und auch ihre Bemühungen wurden reichlich belohnt; der eine entdeckte fünf, der andere sieben Planeten. War aber auch durch diese Hülfsmittel das Aufsuchen von Planeten am Himmel wesentlich erleichtert und bereits zu einer mehr oder minder blos mechanischen Fertigkeit im Vergleichen der Karten mit dem Himmel herabgesunken, so blieb doch dem Zufall noch immer ein bedeutender Spielraum, und in der That hat er bisweilen eine merkwürdige Rolle gespielt. Den besten Beweis dafür liefert ein Ereigniß aus dem Leben eines der thätigsten und glücklichsten Planetenentdecker, des Malers Hermann Goldschmidt in Paris. Am Abend des 22. Mai 1856 kehrt er in sein bescheidenes, im sechsten Stockwerk gelegenes Zimmer zurück, das ihm gleichzeitig als Malerwerkstatt, Schlafkammer und Sternwarte dient. Er findet sein Zimmer gescheuert, und um seinen gewohnten Himmelsbeobachtungen, mit denen er seltsamer Weise zur Erholung von den Malerarbeiten des Tages oft ganze Nächte ausfüllt, nicht auszusetzen, begiebt er sich unter das Dach des Hauses. Er richtet sein Fernrohr aus einer Dachluke von ungefähr auf eine Gegend des Himmels, die er von seinem Zimmer aus nicht einmal hätte sehen können, und — siehe da! — er erspäht einen neuen Planeten, die Daphne!

Als die Planetenentdeckungen sich in so überraschender Weise mehrten, hat es sich mehr als einmal ereignet, daß derselbe Planet gleichzeitig oder doch kurz

Digitized by Google

hinter einander von mehreren Beobachtern entdeckt wurde. Zu wiederholten Malen kam es vor, daß zwei Planeten in einer einzigen Nacht, einmal sogar von demselben Beobachter aufgefunden wurden. Namentlich seit dem Jahre 1854 häuften sich die Entdeckungen in einer so erschreckenden Weise, daß in Folge der Ueberbürdung mit zeitraubenden Berechnungen und Beobachtungen neuer Himmelskörper die Astronomen nicht mehr Schritt halten konnten. Mancher Planet gerieth in die Gefahr, kaum gefunden wieder verloren zu gehen, und die Wiederauffindung solcher Planeten ward bald ein nicht geringeres Verdienst als die Entdeckung neuer. Höchst bezeichnend für diese Periode unserer Wissenschaft ist die Aufforderung, welche bei Gelegenheit einer solchen Gefahr, welche der kaum aufgefundenen Daphne drohte, der Observator an der Sternwarte zu Altona, Herr Pape, im Jahre 1856 erließ, man möge doch in den Entdeckungen eine mehrjährige Pause eintreten lassen. Daß dieser Aufforderung gleichwol aus sehr begreiflichen Gründen keine Folge gegeben ward, haben die letzten Jahre bewiesen.

Ich werde nun versuchen, Ihnen in kurzer Uebersicht die Reihe der Entdeckungen vorzuführen, welche Henke mit seiner Asträa eröffnete, und welche im Laufe von 13 Jahren bis zum Schlusse des Jahres 1858 die Zahl der Planetoiden auf 55 vermehrt haben.

Es war zunächst wieder Henke in Driesen, welcher am 1. Juli 1847 seinen zweiten Planeten, die Hebe auffand. Darauf folgte am 13. August desselben Jahres die Entdeckung der Iris und am 18. Oktober die der Flora durch Hind. Das Jahr 1848 brachte nur einen neuen Planetoiden, die Metis, welche Graham, Astronom an der Sternwarte zu Markree-Castle in Irland, am 25. April entdeckte. Das Jahr 1849 ist gleichfalls nur durch eine Entdeckung bezeichnet, durch die der Hygiea, welche de Gasparis in Neapel am 12. April auffand. Zahlreicher wurden die Entdeckungen in den folgenden Jahren. Im Jahre 1850 wurde die Parthenope am 11. Mai von de Gasparis, die Victoria am 13. September von Hind, die Egeria am 2. November abermals von de Gasparis entdeckt. Darauf fand im Jahre 1851 Hind am 19. Mai die Irene, de Gasparis am 29. Juli die Eunomia. Das Jahr 1852 gehört zu den glücklichsten auf diesem Felde der Entdeckungen, indem es unserer Kenntniß der Planeten acht neue zuführte. Jetzt begann man zuerst jene alte, nun bedeutungslos gewordene Sitte besonderer Zeichen für die Planeten aufzugeben und statt deren auf den Vorschlag des amerikanischen Astronomen Gould die in einen Kreis eingeschlossenen Nummern der chronologischen Reihe der Entdeckungen einzuführen. Die Reihe der Planeten des Jahres 1852 eröffnet die Psyche, am 17. März von de Gasparis entdeckt; darauf folgt die Thetis, am 17. April von Luther, Direktor der Sternwarte zu Bilk bei Düsseldorf, aufgefunden, dann die Melpomene, am 24. Juni, und die Fortuna, am 22. August von Hind entdeckt, darauf die Massalia am 19. September von de Gasparis, die Lutetia am 15. November von Hermann Goldschmidt, die Kalliope am 16. November, und die Thalia am 15. Dezember, beide von Hind entdeckt. Das Jahr 1853 brachte wieder vier neue Planetoiden: am 5. April die Themis, von de Gasparis,

Digitized by Google

am 7. April die Phocäa, von Chacornac, am 5. Mai die Proserpina, von Luther, und am 8. November die Euterpe, von Hind entdeckt. Das Jahr 1854 vermehrte die Zahl der Planetoiden um sechs. Am 1. März wurde die Bellona von Luther und noch in derselben Nacht kaum einige Stunden später die Amphitrite von Marth in London entdeckt, welcher zwei andern Entdeckern, Pogson in Oxford und Chacornac in Paris, dadurch um eine oder zwei Nächte zuvorkam. Darauf folgte die Urania, am 22. Juli von Hind, die Euphrosyne, am 2. September vom amerikanischen Astronomen Ferguson in Washington, die Pomona am 26. Oktober von Goldschmidt, und die Polyhymnia, am 28. Oktober von Chacornac entdeckt. Im Jahre 1855 wurden am 6. April die Circe von Chacornac, am 19. April die Leucothea von Luther und am 5. Oktober wiederum im Zeitraum einer nächtlichen Stunde zwei Planeten, die Atalante von Goldschmidt und die Fides von Luther aufgefunden. Fünf neue Entdeckungen brachte das Jahr 1856, am 12. Januar die der Leda und am 8. Februar die der Lätitia durch Chacornac, am 31. März die der Harmonia und am 22. Mai die der Daphne durch Goldschmidt, am 23. Mai die der Isis durch Pogson in Oxford. Das Jahr 1857 hat unsere Kenntniß von der Planetenwelt durch die Entdeckung von acht neuen Planeten bereichert. Pogson entdeckte am 15. April die Ariadne, Goldschmidt am 27. Mai die Nysa und am 27. Juni die Eugenia, Pogson abermals am 16. August die Hestia, Luther am 15. September die Aglaja. Am 19. September ereignete sich sogar die unerhörte Thatsache, daß ein und derselbe Beobachter, Herrmann Goldschmidt, im Laufe einer einzigen Nacht zwei Planeten entdeckte, welche die Namen Doris und Pales erhielten. Am 19. Okt. entdeckte Luther den 50. der Planetoiden, der aber bereits am 4. Okt. von Ferguson in Washington aufgefunden war und von diesem nach dem Rechte des Entdeckers Virginia getauft wurde. Auch das Jahr 1858 hat nochmals fünf neue Entdeckungen gebracht. Am 24. Januar fand Laurent in Nismes die Nemausa, am 4. Februar Goldschmidt die Europa, am 4. April Luther die Kalypso; am 10. September endlich entdeckte Goldschmidt die Alexandra und an demselben Tage Georg Searly in Albany den einstweilen noch namenlosen 55. der Planetoiden. Noch ist damit sicherlich die Reihe der Entdeckungen nicht geschlossen, und weiter wird die Zeit den Schleier verhüllter Welten lüften.

Meine Geschichte ist aber damit zu Ende, und es bleibt mir nur noch übrig, Sie auf einige Seltsamkeiten der Weltenschaar aufmerksam zu machen, an der wir vorüberschweben. Ich habe Ihnen bereits gesagt, daß Herschel ernstliche Bedenken trug, diese Weltkörper unter die übrigen Planeten einzureihen, daß er sie ihrer Natur nach zwischen Planeten und Kometen gestellt wissen wollte. In der That zeigen sie Eigenthümlichkeiten, welche dieses Bedenken nicht ganz ungerechtfertigt erscheinen lassen. In vielfach verschlungenen, oft langgestreckten Bahnen umkreisen sie die Sonne in Zeiträumen, die von 3 Jahren 97 Tagen bis zu 5 Jahren und 221 Tagen, und in mittlern Abständen, die von $45\frac{1}{2}$ bis zu $65\frac{1}{4}$ Millionen Meilen wechseln, also diesseits bis zum Mars einen Raum von 14 Millionen Meilen, jenseits bis zum Jupiter einen Raum von 42 Millionen

Digitized by Google

Meilen leer lassend. Während alle übrigen Planetenbahnen sich der Kreisform so weit nähern, daß ihre Excentricität, d. h. die Abweichung ihres Brennpunktes, in welchem die Sonne steht, von ihrem Mittelpunkte, kaum $^1/_{20}$ ihres Bahnhalbmessers und nur bei der excentrischsten aller ältern Planetenbahnen, bei der Merkursbahn, $^1/_5$ beträgt, begegnen wir hier einzelnen fast kometenartig gestreckten Bahnen, deren Excentricität $^1/_3$ übersteigt, bei der Nysa sogar $^5/_{11}$ erreicht. Während die Ebenen der übrigen Planetenbahnen kaum einige Grade gegen die Ebene unserer Erdbahn geneigt sind, sehen wir wiederum die Neigung einzelner Planetoidenbahnen, wie der Euphrosyne und der Pallas, auf 26 und 34 Grade anwachsen, und so diese Weltkörper auf Nebenpfaden abschweifen, die wir sonst nur noch von dem leichtfertigen Volke der Kometen eingeschlagen sehen werden.

Zu der seltsamen Anordnung der Planetoiden in verschiedenen, fast gleich weit von der Sonne entfernten Ebenen über und unter einander und zu der langgestreckten Form ihrer Bahnen kommt endlich noch die zwergartige Kleinheit dieser Weltkörper selbst. Kein unbewaffnetes Auge vermag sie zu erspähen, und nur die Vesta ist in ihrer größten Nähe bisweilen als Stern 6. Größe sichtbar. Die meisten von ihnen zeigen sogar mit den stärksten Fernröhren gesehen keinen wahrnehmbaren Durchmesser. Sie werden fragen, wie es dann möglich sei, überhaupt eine Andeutung von ihrer wahren Größe zu erlangen. Aber der Astronom weiß sich zu helfen, auch wo ihn seine Meßinstrumente verlassen. Hier war es die Helligkeit dieser Weltkörper, welche ihm die Hülfe gewährte. Es ist Ihnen bekannt, daß zwischen der Helligkeit eines beleuchteten Körpers und der Entfernung seiner Lichtquelle ein solches Verhältniß besteht, daß er in der doppelten, dreifachen, vierfachen Entfernung nur $^1/_4$, $^1/_9$, $^1/_{16}$ des ursprünglichen Lichts empfängt, und daß er darum auch dem Auge in der doppelten, dreifachen, vierfachen Entfernung nur mit $^1/_4$, $^1/_9$, $^1/_{16}$ seiner frühern Helligkeit erscheint. Sie werden nun begreifen, daß es dem Astronomen auch leicht sein muß, die Helligkeit zu berechnen, mit welcher ein Planet von bekannter Größe, wie der Mars oder die Venus, einem Beobachter auf der Erde erscheinen müßte, wenn dieser Planet an den Ort eines der Planetoiden versetzt werden könnte. Da nun die Helligkeit dieses letztern durch unmittelbare Beobachtung gefunden werden kann, so kennt man auch das Verhältniß der Helligkeit beider Körper bei gleicher Entfernung von Sonne und Erde. Es bedarf also nur noch der keineswegs ganz unstatthaften Voraussetzung, daß auch die Reflexionskraft ihrer Oberfläche nahezu dieselbe ist, um das Verhältniß der Helligkeiten sofort in ein Verhältniß der erhellten Flächen, welche sie dem Auge zeigen, umzuwandeln und daraus endlich unmittelbar auf das Verhältniß der wahren Durchmesser zu schließen. Wenngleich dieses Verfahren allerdings nur annähernde Werthe für die Dimensionen dieser Weltkörper liefert, so dürften sie der Wahrheit immer noch näher kommen, als die meisten Resultate der ohnehin nur sehr vereinzelten direkten Messungen, unter denen vielleicht allein die Mädler'sche Messung der Vesta, für welche sich ein Durchmesser von 66 geogr. Meilen ergiebt, Vertrauen verdient. Unsere bisherigen Vorstellungen

Digitized by Google

von dem Wesen planetarischer Körper werden durch diese Größenschätzungen gewaltig erschüttert. Es wird uns zugemuthet, Weltkörper, deren Durchmesser meist nur zwischen 13—23 Meilen mißt, bei einzelnen sogar nicht 8—9 Meilen, bei dem größten, wie der Vesta, nicht 60 Meilen übersteigt, Weltkörper, deren ganze Oberfläche von manchem kleinen Königreiche Europas an Ausdehnung übertroffen wird, mit unserer ganzen massenhaften Erde in eine Reihe zu stellen. Aber diese Kleinheit der Körpermassen, so außerordentlich sie auch erscheinen mag, darf uns doch so wenig als die ungewöhnlichen Form- und Neigungsverhältnisse ihrer Bahnen veranlassen, diese Findlinge der jüngsten astronomischen Wissenschaft aus der Gesellschaft der älteren Planeten auszuweisen. Seit jene kometenartige Nebelhülle, mit der man sonst die meisten dieser Weltkörper umgeben glaubte, sich mehr und mehr als die Wirkung einer optischen Täuschung herausstellt, beginnt der letzte Grund zu schwinden, aus dem man sie den Kometen, wenn auch nur als Stiefgeschwister, zugesellen mochte. So dürfte auch der Name „Planetoiden" ihre eigentliche Natur am besten bezeichnen.

Einem Schwarm zahlreicher, kleiner Weltkörper zu begegnen, wo man einen einzigen großen Planeten zu erwarten sich berechtigt glaubt, hat etwas Ueberraschendes. Dennoch beweist es nichts weiter, als daß die ursprüngliche Bildung der Planetoidengruppe unter Umständen eingetreten ist, welche bei der Bildung der übrigen Einzelplaneten und planetarischen Gruppen im Sonnensysteme nicht in gleicher Weise zusammengewirkt haben. Ein solches Ereigniß mußte natürlich mit dem ersten Beginn dieser Entdeckungen die stets an den Pforten der Wissenschaft lauernde Phantasie in Thätigkeit setzen. Gestatten Sie mir, daß ich die letzte wüste Strecke, die uns noch von dem nächsten Ziele unserer Wanderung trennt, mit diesen kosmologischen Träumen ausfülle.

Schon Olbers stellte, wie ich Ihnen erzählte, zu Anfang dieses Jahrhunderts die Vermuthung auf, daß diese kleinen Planeten nur die Trümmer eines großen Weltkörpers seien, der durch eine gewaltsame Katastrophe in zahlreiche Stücke zersprengt wurde. Die nahe Uebereinstimmung, die sich in den Bahnen der zuerst entdeckten Planeten zeigte, die geringe Abweichung in der Lage ihrer Knotenlinien schien diese Vermuthung zu bestätigen. Ein eigentlicher Planet verfolgt bekanntlich, abgesehen von den als Störungen bezeichneten kleinen Abweichungen, beständig denselben Weg, durchläuft bei jedem Umlaufe dieselbe Reihe von Punkten. Im Augenblicke nun, wo, nach der Olbers'schen Hypothese, der große Planet zerbrach, wurde jedes seiner Bruchstücke in vollster Bedeutung des Wortes ein wirklicher Planet und begann die Curve zu beschreiben, in welcher er seine Bewegung für alle Zeiten auszuführen hatte. Einige Unterschiede in der Stärke und Richtung der Kräfte, welche die verschiedenen Trümmer fortschleuderten, konnten allerdings merkliche Verschiedenheiten in Gestalt und Lage dieser Bahnen herbeiführen; aber alle diese Bahnen mußten einen Punkt gemeinsam behalten, nämlich denjenigen, von dem die einzelnen Trümmer ausgegangen waren, um gesondert ihre Bahn zurückzulegen. Die neueren Untersuchungen über die Bahnnähen der Planetoiden zeigen nun freilich keine Spur eines solchen

Digitized by Google

gemeinschaftlichen Kreuzungspunktes aller Bahnen. Dagegen ließe sich zwar einwenden, daß jene Forderung doch streng genommen nur für die nächste Folgezeit nach der Katastrophe gelte, da im Laufe der Jahrtausende sich die Bahnen durch die störenden Einflüsse anderer Planeten, besonders des benachbarten Jupiter, ändern und so auch die Knotenpunkte immer weiter und weiter auseinanderrücken mußten. Aber auch dann müßte es möglich sein, aus der gegenwärtigen Lage der Planetoidenbahnen mit Hülfe der Theorie auf eine solche Anordnung derselben in der Vorzeit zurückzuschließen, in welcher eine Hinneigung gegen eine gewisse Region thatsächlich zuträfe. Zu einer solchen Untersuchung fehlen freilich für jetzt noch die Mittel, und damit ist auch von dieser Seite her wenigstens noch keine Bestätigung der Olbers'schen Hypothese zu erlangen.

Aber es knüpft sich noch eine zweite Forderung an jene Hypothese. Die sämmtlichen Planetoiden müssen wenigstens einmal während ihres Umlaufs in dieselbe Entfernung von der Sonne kommen. Es darf also der größte Abstand keines der Planetoiden kleiner sein, als der kleinste Abstand eines andern, der kleinste niemals größer als der größte eines andern. Als die Zahl der Entdeckungen noch beschränkt war, schien sich diese Bedingung wirklich erfüllen zu sollen. Aber diese Illusion ist jetzt völlig gestört. Harmonia, Victoria, Flora, Ariadne, Nemausa erreichen niemals jene Grenzen, in welchen Ceres, Kalliope, Doris, Europa, Hygiea und Themis ihre größte Annäherung zur Sonne haben. Harmonia geht sogar niemals über einen Abstand von 49 Millionen Meilen hinaus, während Doris sich niemals auf mehr als $59^1/_3$ Millionen Meilen der Sonne nähert. Sie sehen, daß man dadurch schon genöthigt würde, mehrere gesonderte Gruppen von Planetoiden anzunehmen, wenn man nur für einen Theil derselben die Olbers'sche Hypothese festhalten wollte.

Zu einer Zeit, als man seinen Glauben an eine zertrümmernde Katastrophe noch nicht in dieser Weise erschüttert sah, als man sogar meinte, den Ort dieses Ereignisses in einem Abstande von $52^1/_2$ Millionen Meilen von der Sonne feststellen zu können, machte man selbst, den kühnen Versuch, in ähnlicher Weise wie der Geolog aus Knochentrümmern Thiere der Vorzeit wieder zusammensetzt, so aus diesen planetarischen Bruchstücken auf die Größe und Masse des ursprünglichen zertrümmerten Planeten zu schließen. Ein amerikanischer Astronom, Daniel Kirkwood in Potsville, war es, der im Jahre 1850 diesen Versuch wagte, indem er sich dabei auf ein freilich nicht näher begründetes Gesetz stützte, welches Umlaufszeiten und Massenanziehungen der Planeten in ein bestimmtes Verhältniß zu einander setzen sollte. Er glaubte dem zertrümmerten Planeten eine etwas größere Masse als dem Mars geben, seinen Durchmesser auf etwa 1085 Meilen und sogar seine Rotationsdauer auf $57^1/_2$ Stunden festsetzen zu können.

Auch über die Natur der Katastrophe selbst hat man sich in mancherlei Vermuthungen ergangen. Am liebsten dachte man in der ersten Zeit an den Stoß eines mächtigen Kometen. Dann suchte man die Ursache der Zertrümmerung wieder in einer gewaltigen innern Kraftäußerung des Planeten, ähnlich den vulkanischen Explosionen, die im Schoße unserer Erdrinde statthaben. Noch

Digitized by Google

Andere glaubten eine bessere Erklärung in einer zu großen Rotationsgeschwindigkeit des ursprünglichen Planeten zu finden, die allerdings zu jenem Kirkwood'schen Resultat wenig passen, wol aber in den vielleicht verwandten äußeren Planeten unseres Sonnensystems eine Analogie haben würde. Die beste Erklärung ist jedenfalls noch die, welche die Planetoidengruppe durch Auflösung eines Ringes zwischen Mars und Jupiter in mehrere kleinere Körper entstehen läßt. Sie steht im Einklange mit der Laplace'schen Hypothese über die Bildung des Sonnensystems und erspart uns die Mühe, zu den Voraussetzungen jener Hypothese neue willkürlich hinzuzufügen. Sie steht ebenso im Einklange mit der gleichmäßigen Austheilung der Planetoidenbahnen innerhalb der von ihnen erfüllten Zone, mit ihrer regellosen Stellung zu einander, mit der bedeutenden Größe ihrer Excentricitäten und Neigungen.

Wenn gleich anfangs der Olbers'schen Hypothese aus den großen Neigungen der Planetoidenbahnen gegen die Ekliptik erhebliche Schwierigkeiten erwuchsen, so haben diese im Laufe der fortschreitenden Entdeckungen allmälig den Charakter des Unerklärlichen und Unmöglichen angenommen. Immer dringender sieht man sich aufgefordert, die Hypothese zu verlassen. Nur wenige Astronomen dürften heutzutage noch sehr geneigt sein, die Entstehung dieser kleinen Planeten, durch eine Aenderung des Urzustandes des Sonnensystems, durch eine gewaltsame Katastrophe zu erklären. Immer mehr neigt man sich der Ansicht zu, daß diese Körper ganz ebenso regelmäßig und nach denselben Gesetzen sich ausgebildet haben, wie die übrigen größern Planeten des Systems. Man erwartet daher in Folge dieser Annahme aus der fleißigen Durchsuchung des Himmels die allmälige Auffindung einer übergroßen Anzahl solcher Himmelskörper und verschiebt mit Recht die Aufstellung eines Gesetzes ihrer Vertheilung, einer Hypothese ihrer Entstehung auf jenen Zeitpunkt, wo die Uebersicht eine vollkommene sein wird. Für jetzt hat man sich begnügt, durch eine sorgfältige Prüfung der störenden Wirkungen, welche die Planetoiden auf ihre Nachbarplaneten Mars und Erde ausüben müssen, eine obere Grenze für die Gesammtsumme von Materie aufzufinden, welche in dem Raume zwischen Mars und Jupiter vertheilt ist. Zu diesem Zwecke hat Leverrier zunächst die Größe der Störungen berechnet, welche eintreten müßten, wenn die Gesammtmasse der Planetoiden der Masse der Erde gleich wäre, und er hat gefunden, daß dadurch eine Verschiebung des Periheliums der Marsbahn von 11 Secunden in einem Jahrhundert hervorgerufen würde. Bei der Schärfe der jetzigen Beobachtungen hätte eine solche Störung aber nicht unbemerkt bleiben können; ja es lassen die wirklichen Beobachtungen nicht einmal einen Fehler übrig, der nur dem vierten Theil jener Störung gleichkäme. Man hat daraus mit Recht den Schluß gezogen, daß die Summe der Masse aller Planetoiden, welche sich in der Zone zwischen Mars und Jupiter bewegen, mindestens den vierten Theil der Erdmasse nicht überschreiten kann.

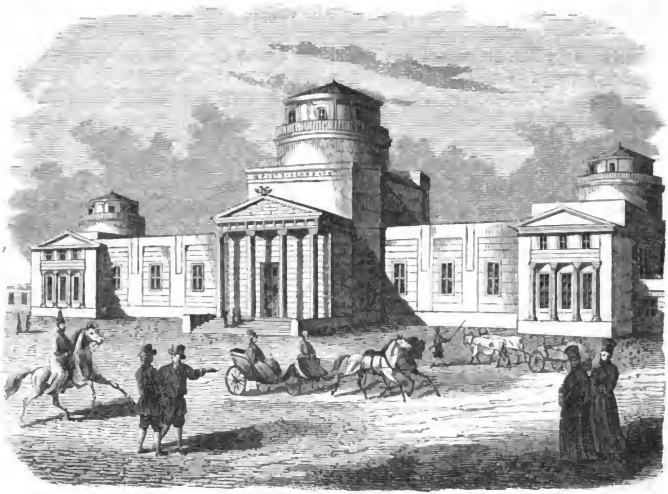
Die Entdeckungen der letzten Jahre beginnen bereits ein dämmerndes Licht auf die Theorie zu werfen. Mindestens haben sie die lange gehegte Besorgniß zerstreut, als könne durch die Verschlingung so vieler Planetenbahnen in

Digitized by Google

diesem engen Raume einmal eine gefährliche Annäherung, wol gar ein Zusammenstoß zweier Welten erfolgen, durch den mindestens die Ruhe unseres Systems in Frage gestellt würde. Sie haben sicherlich schon von einer Stabilität des Sonnensystems sprechen hören. Für die älteren Planeten beruht diese Stabilität auf dem von einem der größten Mathematiker Frankreichs, Lagrange, um die Mitte des vorigen Jahrhunderts bewiesenen Satze, daß die mittleren Entfernungen der Planeten von der Sonne, die Excentricitäten und gegenseitigen Neigungen ihrer Bahnen für alle Folgezeit fast unverändert bleiben und nur sehr kleine periodische Aenderungen erfahren. Für die kleinen Planeten hat nun Leverrier vor einigen Jahren den Versuch gemacht eine ähnliche Stabilität herzuleiten. Auch hier hat er gefunden, daß die Formen und Neigungen der Planetoidenbahnen durch Störungen von Seiten der übrigen Planeten im Wesentlichen keine Veränderung erfahren können, daß sie also im innigsten Zusammenhange mit der ersten Ursache ihrer Bildung stehen müssen. Allerdings gilt diese Stabilität nur innerhalb gewisser Grenzen. Die eine dieser Grenzen wird durch einen mittlern Abstand von der Sonne bezeichnet, welcher ungefähr dem doppelten Abstande unserer Erde von der Sonne entspricht, die andere durch einen Abstand, welcher $3^1/_5$ mal die Entfernung der Erde übertrifft. Eine merkwürdige Thatsache ist es daher, daß man bis fast genau an diese durch die Theorie angezeigten Stabilitätsgrenzen Planetoiden gefunden hat, darüber hinaus noch nicht einen einzigen. Man möchte annehmen, daß, wenn solche kleine Welten auch diesseits oder jenseits dieser Grenzen durch jene Entstehungsursachen vertheilt sein sollten, ihre Bahnen theils sich so kometenartig verlängert, theils so bedeutende Neigungen gegen die Ebene unserer Erdbahn angenommen haben müßten, daß es jetzt unmöglich wäre, sie aufzufinden, da sie zur Zeit ihrer Sonnennähe der Sonne zu nahe stünden und durch das Tageslicht unsichtbar gemacht würden, zur Zeit ihrer Sonnenferne wieder sich zu weit von uns entfernt hätten.

So haben Sie denn eine der interessantesten Episoden aus der Geschichte der astronomischen Forschung kennen gelernt und einige, wenn auch noch unsichere Blicke in eine neue seltsame Welt gethan. Sie haben den Zufall, welcher die Entdeckungen eröffnete, einem bewußten, planmäßigen Suchen, die rohe Willkür zertrümmernder Katastrophen der mathematischen Gewißheit eines unabänderlichen Bestehens unserer Weltordnung weichen sehen. Jene einst wüsten Räume, welche nur die Geschichte so reich ausgefüllt hat, liegen jetzt hinter uns; wir sind bereits eingetreten in den Bereich eines gewaltigen Herrschers, dessen Macht wir längst, freilich ohne unser Wissen, selbst in den Fernen unserer Erdbahn erfuhren. Größere Contraste, als sie das kaum verlassene und das eben betretene Gebiet des Weltraums darbieten, sind kaum denkbar. Dort ein Schwarm wunderbar kleiner Welten, deren mehr als eine halbe Million erforderlich wären, um die Masse unseres Erdballes herzustellen; hier eine Riesenwelt, die 1400 Erden in sich aufzunehmen vermöchte! Wenige Augenblicke noch, und Sie sollen ausruhen auf dieser Riesenwelt von Ihrem Fluge durch 107 Millionen Meilen!

Digitized by Google



Sternwarte zu Pulkowa.

Sechstes Kapitel.

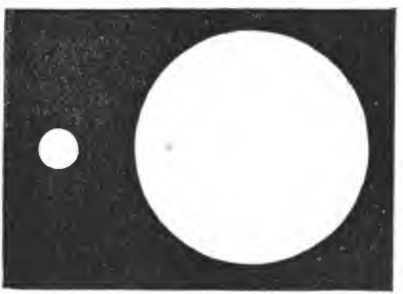
Die sonnenfernen Planeten.

Die Erde und ihre Nachbarplaneten sind längst in der Nacht des Himmelsraumes versunken; kaum daß die größten unter ihnen noch gleich kleinen Fixsternen schimmern; der Mars ist dem unbewaffneten Auge völlig entrückt. Die Sonne selbst ist zu einer Scheibe geschwunden, die an Größe kaum noch dem 27. Theil der uns von der Erde her bekannten Sonnenscheibe gleichkommt. Ihr mildes Licht ergießt sich über die ungeheure Welt des Jupiters, die sich vor uns aufthut. In dieser Ferne des Weltraums hat sich dieser Riesenplanet seine Herrschaft gegründet. Vier Monde begleiten ihn auf seiner weiten Reise um die Sonne, die fast 12 unserer Erdenjahre, genau 11 Jahre 314 Tage 20 Stunden 2 Minuten 7 Secunden währt.

Oft haben Sie sich an dem wunderbar ruhigen Glanze dieses schönen Gestirns ergötzt, wenn Sie es von der Erde aus am nächtlichen Himmel erblickten.

Digitized by Google

Es erschien Ihnen dann zur Zeit seines höchsten Glanzes unter einem Durchmesser von 46″, der sich in weiterer Ferne bisweilen bis auf 30 Sec. verkürzte. Bei seinem überaus großen Abstande hätten Sie demnach schon auf die wirkliche Größe des Jupiters schließen können. Sie würden seinen wahren Durchmesser mehr als 11mal größer als den unserer Erde, im Mittel 19,294 Meilen groß gefunden haben. Eine solche Riesengröße läßt auch eine gewaltige Masse dieses Weltkörpers erwarten, die ihre störenden Wirkungen weithin über die fernen kleinen Welten erstrecken muß. Aber diese Wirkungen eben, die sich so merklich im Laufe mancher Planeten ausprägen, sind auch das Mittel geworden, seine Masse zu schätzen. An seinen Monden, an den Planeten und Kometen, die in den Bereich seiner Anziehungskraft eintreten, hat man ihn gewogen. Allerdings entspricht diese Masse nicht ganz seiner gewaltigen Größe; sie übertrifft zwar immerhin noch die der Erde um das 338fache, aber sie müßte sie, nach ihrem körperlichen Inhalte zu schließen, 1414mal übertreffen. Diese verhältnißmäßig geringe Masse zwingt uns also eine geringere Dichtigkeit des Jupiterkörpers anzunehmen, so daß diese nur etwa $^1/_4$ der Dichtigkeit unserer Erde beträgt, kaum $1^1/_3$mal die des Wassers übertrifft. Sie werden begreifen, von welcher Bedeutung das für unsere Erde, wie für die Ordnung unseres Planetensystems überhaupt ist. Allerdings bliebe die Anziehungskraft des Jupiter immer noch mächtig genug, um dieser Ordnung gefährlich zu werden, wenn nicht die Lage seiner Bahn seine Störungsversuche wesentlich beschränkte. Die Bahn des Jupiter besitzt nur die geringe Neigung von 1° 18′ gegen die Ekliptik; er bewegt sich darum nahezu in gleicher Ebene mit unserer Erde, wie mit den meisten Planeten, und vermag darum wol ihren Lauf zu beschleunigen und zu verzögern, aber doch nicht geradezu die Ebene ihrer Bahnen zu erschüttern.



Sonnenscheibe, vom Jupiter gesehen, im Verhältniß zu deren Anblick von der Erde aus.

Noch fanden Sie auf allen den Welten, denen wir auf unsern Wanderungen begegneten, und die Ihnen einen Blick in ihre Naturverhältnisse gestatten, irdische Erinnerungen geweckt. Sie fanden einen ähnlichen Wechsel von Tag und Nacht, einen ähnlichen Verlauf der Jahreszeiten, ähnliche Atmosphären und wenigstens Spuren ähnlicher Oberflächengestaltung. Hier beginnt Alles fremdartiger zu werden. Das zeigt sich schon in den allgemeinsten kosmischen Bedingungen des physischen Lebens auf diesem Weltkörper, in seiner Rotation und

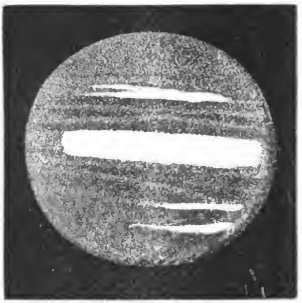
Digitized by Google

Axenstellung. Sie wissen bereits, wie die Rotation eines Planeten beobachtet und gemessen und wie die Bewegung gewisser mehr oder minder beständiger Flecken auf seiner Scheibe dazu benutzt wird. Die Jupiterscheibe hat bei der außerordentlichen Ausdehnung, die sie im Fernrohre zeigt, schon sehr früh eine solche Gelegenheit geboten. Schon im Jahre 1665, also nur einige 50 Jahre nach der Erfindung des Fernrohres, beobachtete Cassini in Italien einen dunkeln Fleck auf der Jupiterscheibe, durch welchen er die Rotation des Planeten bestimmen konnte. Er fand für die Dauer derselben 9 St. 55'. Neuere Astronomen haben ein etwas abweichendes Resultat erhalten. Airy bestimmte sie zu 9 St. 55' 21", Mädler zu 9 St. 55' 26". Das ist eine Schnelligkeit der Bewegung, eine Kürze der Tage, wie sie bisher ohne Beispiel dasteht unter den Welten, zu denen unsere Wanderung uns führte. Kaum 5 Stunden verfließen dort zwischen jedem Auf- und Untergang der Sonne, in kaum 5 Stunden durchwandelt das ganze Heer der Sterne den nächtlichen Himmel. Welch einen Anblick muß dieser von Minute zu Minute seine Physiognomie verändernde Sternhimmel gewähren! Und 10470mal muß dieser Wechsel von Tag und Nacht eintreten, ehe ein einziges dieser langen Jupitersjahre seinen Lauf beschließt! Diese zahllosen Tage bringen nicht einmal einen merklichen Wechsel. Die geringe Neigung seines Aequators gegen die Ebene seiner Bahn, die nur $3^0\ 6'$ beträgt, bedingt eine fast völlige Gleichheit der Tageslängen und verwischt die Unterschiede von Klimaten und Jahreszeiten.

Dieser Charakter der Gleichförmigkeit und Beständigkeit scheint sich auf Alles zu erstrecken, was wir von den Naturverhältnissen des Jupiter zu erfahren vermögen. Von seinen Bergen, Thälern und Meeren wissen wir freilich nichts; seine Oberfläche wird von dem irdischen Beobachter vielleicht nie gesehen. Eine dichte Wolkenhülle scheint sie ähnlich zu umschließen, wie den Sonnenkörper. Jene dunklen, bisweilen auch hellen, oder von Lichtsäumen umgebenen Flecken sind vielleicht, ähnlich den Sonnenflecken, denen sie oft auffallend gleichen, nur Oeffnungen in der Atmosphäre, durch welche der Jupiterkörper uns entgegenschimmert. Sie sind meist außerordentlich beständig und zeigen scharfe Umrisse, die sie oft Jahre lang unverändert behaupten. Daß sie nicht dem Jupiterkörper selbst, sondern seiner Atmosphäre angehören, hat man aus einer Thatsache geschlossen, die schon dem ersten Beobachter der Jupitersrotation nicht entging. Die Bewegung dieser Flecken führt nämlich je nach ihrer Lage auf verschiedene Rotationszeiten. Ihre Geschwindigkeit erscheint um so größer, je näher sie dem Aequator liegen. Es ist also offenbar, daß diese Flecken eine eigene, von der Rotation unabhängige Bewegung besitzen, und man hat schon im vorigen Jahrhundert die Ansicht aufgestellt, daß sie von Winden herrühre, die in den Aequatorgegenden des Jupiter ähnlich wie unsere Passatwinde wehen. Aber dieser Ansicht, die auch von Herschel getheilt ward, steht die Richtung der Bewegung entgegen. Während unsere Passatwinde aus einem Zurückbleiben der Atmosphäre hinter der Rotationsbewegung hervorgehen, müßte auf dem Jupiter die Strömung der Luftschichten und Wolken der Rotation voraneilen. Zugleich würde dadurch eine Geschwindigkeit

Digitized by Google

dieser Strömungen bedingt, deren Heftigkeit — 300 Fuß in der Secunde — die Wuth unserer furchtbarsten Orkane weit hinter sich ließe. Es bleibt also jedenfalls noch etwas Unerklärliches in dieser Erscheinung zurück. Gleichwol deuten auch andere Zeichen auf das Vorhandensein äquatorialer Strömungen auf dem Jupiter. Man erblickt nämlich stets gegen die Mitte seiner Scheibe zwei ziemlich dunkle, graubraune Streifen, welche fast parallel mit dem Aequator verlaufen und zwischen sich eine hellglänzende Zone einschließen. Andere nicht minder deutlich erkennbare Streifen schließen sich an diese an, die aber immer schmaler und matter werden, je näher sie den Polen liegen, um hier endlich in ein mattes, bleifarbenes Grau überzugehen. Diese Streifen zeigen sich im Allgemeinen sehr beständig, und nur ihre Begrenzungen sind veränderlich. In seltenen Fällen nur schienen sie ganz verschwunden oder durch lichtere Streifen ersetzt zu sein. Gegen die Ränder der Jupiterscheibe hin nehmen sie ebenso wie die Flecken an Deutlichkeit ab oder verschwinden völlig. Auch diese Streifen hat man als die Wirkung von Strömungen in einer theilweise durch Wolkenschichten verdichteten Atmosphäre zu erklären geglaubt. Die leuchtenden Streifen sollen durch die kräftigere Reflexion des Sonnenlichtes in den mit Wolken bedeckten Zonen hervorgerufen werden, während die dunkleren Streifen die Folge eines schwächern Reflexionslichts an der festen Oberfläche des Planeten wären, die wir durch eine heitere, dunstfreie, von den Passatwinden beständig gereinigte Atmosphäre durchscheinen sähen. Daß alle diese Streifen, die hellen wie die dunklen, gegen die Ränder hin verschwinden, würde sich dadurch erklären, daß sowol die verminderte Helligkeit der einen durch die schiefe Lage, in welcher die Wolken des mittlern Streifens sich uns am Rande darbieten, als die wachsende Lichtstärke der andern in Folge der größern Ausdehnung der den dunklen Streifen entsprechenden Atmosphäre gegen die Ränder hin sich so weit ausgleichen, daß die dunkeln und hellen Streifen in der Nähe des Randes dieselbe Lichtstärke zeigen müssen.



Jupiter.

Aber nicht einsam wandelt der Jupiter seine ferne Himmelsbahn. Selbst einer Sonne gleich an Größe und Macht, hat er auch eine Schaar beherrschter Trabanten um sich versammelt. Schon der erste Beobachter, der sein Fernrohr auf den Jupiter richtete — und man bezeichnet als solchen bald den deutschen Astronomen Simon Marius, bald und mit zweifelloserem Rechte den berühmten Galilei, und als die Zeit ihrer Entdeckung für den erstern den 29. Dezember 1609, für den letztern den 7. Januar 1610 — erblickte

Digitized by Google

diese Trabanten oder Monde als kleine Lichtpunkte zur Seite der glänzenden Scheibe. Die geschärftesten Fernröhre der neuern Zeit haben ihre ursprüngliche Zahl 4 nicht vermehrt. Stets erscheinen sie in fast gerader Linie, bald zu zwei auf jeder Seite der Scheibe, bald 3 im Osten, einer im Westen, bald sämmtlich auf derselben Seite. Seltsam genug leuchten sie in verschiedenen Farben, der erste und dritte in lebhaftem Weiß, der zweite bläulich, der vierte in orange oder röthlichem Lichte, ob in Folge besonderer Eigenthümlichkeiten ihrer festen Massen oder einer lichtbrechenden Wirkung ihrer Atmosphären, muß unentschieden bleiben.

Sie werden sicherlich davon gehört haben, daß es zu Zeiten einzelne Menschen gegeben habe, welche die Jupitersmonde mit bloßen Augen zu sehen im Stande gewesen wären, und daß daher auch manche Völker, wie die Japanesen und vielleicht einige sibirische Stämme, eine Kenntniß von ihrem Dasein lange vor der Erfindung der Fernröhre gehabt hätten. Zu leugnen ist nun die Möglichkeit einer solchen Sichtbarkeit keineswegs. Die Jupiterstrabanten zeigen Scheiben von 1 — $1^1/_2$ Secunden Durchmesser, könnten uns also wol als Sterne 6. Größe sichtbar werden. Für den gewöhnlichen Beobachter verschwinden aber diese kleinen Scheiben in dem falschen Lichte der Strahlen, mit dem sich der Jupiter wie jeder starkleuchtende Punkt für das unbewaffnete Auge nach allen Seiten einhüllt. Allerdings ist es unzweifelhaft, daß in dieser Beziehung große Unterschiede zwischen den verschiedenen Augen bestehen, daß für das eine die Strahlen nur eine Länge von 3—5, für das andere von 12—15 Minuten erreichen. Nun stehen die Monde in Abständen von 2, 3, 5 und 9 Minuten von der Jupiterscheibe. Es ließe sich also wol denken, daß in gewissen, ausnahmsweise scharfen Augen sich das Bild des Jupiters nur mit Strahlen von 1—2 Minuten Länge ausbreitete, und daß es diesen darum gestattet sei, jene Trabanten ohne optische Hülfsmittel zu erblicken. Wenn aber damit auch für besonders begabte Augen die Möglichkeit, die Jupiterstrabanten mit bloßen Augen zu sehen, zugegeben wird, so dürfte doch die Behauptung einer solcher Begabung nicht immer zweifellos hinzunehmen sein. Der Betrug spielt hier leicht eine eben solche Rolle, wie er sie bei der magnetischen Hellseherei oder gar Tischklopferei unserer Tage gespielt hat. Arago erzählt davon ein sehr auffallendes Beispiel. Zu Anfang dieses Jahrhunderts machten zwei Schwestern in Hamburg dadurch allgemeines Aufsehen, daß sie die beiden entferntesten Jupitersmonde deutlich und ohne Schwierigkeit erblickten. Als ein Astronom sie endlich auf die Probe stellte, zeigte sich, daß sie stets rechts vom Jupiter sahen, was in Wahrheit links stand, und diese seltsame Verwechselung klärte sich sehr leicht dadurch auf, daß die beiden Mädchen sich in ihren Angaben nach den Zeichnungen im Berliner Jahrbuche richteten, in welchem zur Bequemlichkeit der Astronomen die Stellungen der Monde und des Planeten nicht wie sie wirklich sind, sondern wie sie in den gewöhnlichen Fernröhren erscheinen, abgebildet waren.

Da Sie jedenfalls Ihre erste Kenntniß von den Jupiterstrabanten dem Fernrohre verdanken, so wird Ihnen auch neu sein, was ich Ihnen Näheres über diese kleine Jupiterswelt, wie sie Galilei sehr passend nannte, mitzutheilen habe.

Digitized by Google

Das Gebiet des Jupiter wird durch diese Monde, die sich in fast kreisförmigen Bahnen und nahe in der Ebene des Aequators um ihren Centralkörper bewegen, auf 520,000 Meilen erweitert. Denn der äußerste dieser Monde nimmt einen Abstand vom Mittelpunkte des Jupiter ein, welcher 27 seiner Halbmesser entspricht, während der nächste allerdings ihm auf 6 solcher Halbmesser nahe steht — eine außerordentliche Nähe gegenüber dem Abstande unseres Erdmondes von unserer Erde, der, wie Sie wissen, über $60\frac{1}{4}$ Erdhalbmesser beträgt. Geringer freilich ist der Zuwachs an Gewicht, der dem Jupiter durch diese Monde wird. Allerdings übertrifft auch der kleinste unter ihnen, der zweite, unsern Mond noch um etwas, denn er mißt 475 Meilen im Durchmesser, und der größte, der dritte, kommt sogar an Körperumfang dem Mars nahe, — er mißt 776 Meilen. Aber ihre Gesammtmasse beträgt doch kaum den 6000sten Theil von der Masse des Centralkörpers. Die Masse der einzelnen Monde ist übrigens mit außerordentlicher Genauigkeit — ich sage nicht zu viel — bis auf Millionentheile ermittelt, was man in Betreff der Größen der Monde keineswegs behaupten kann. Das erklärt sich sehr leicht. Die Messung der Größe hängt ab von Beobachtungen, von Messungen scheinbarer, sehr kleiner Durchmesser, die nicht allein mit den gewöhnlichen Beobachtungsfehlern behaftet, sondern auch durch Unsicherheit in den Umrissen getrübt sein können. Für die Bestimmung der Massen aber geben die Monde für einander außerordentlich feine Wagen ab, durch die Störungen, die sie wechselseitig in ihrem Laufe hervorbringen. So sind ja auch die Monde die sicherste Wage für die Masse des Jupiter selbst geworden.

Aber diese Monde haben uns noch einen andern nicht unwichtigen Dienst erwiesen. Sie haben uns den einzig möglichen Beweis geliefert, daß auch der Jupiter trotz seiner Größe, trotz seines Herrschervorrechts darauf angewiesen ist, sein Licht von der fernen Sonne zu beziehen. Ich habe Ihnen schon die eigenthümliche Lage der Bahnen dieser Monde, ihre geringe Neigung gegen die Aequatorebene des Jupiter erwähnt. Eine Folge davon wie von der Größe des Jupiterkörpers ist nun, daß jeder dieser Monde bei jedem seiner Umläufe eine Sonnen- und eine Mondfinsterniß für den Jupiter bewirkt. Nur der vierte Mond kann seiner etwas größern Neigung wegen bisweilen vorübergehen, ohne Finsternisse zu veranlassen. Sie können sich also denken, daß solche für uns Erdenbewohner so seltene Ereignisse hier eine ganz außerordentliche Häufigkeit haben müssen. Der erste dieser Monde vollendet ja seinen Umlauf in der kurzen Zeit von 42 St. 28 Min., und der fernste selbst gebraucht dazu nur 16 Tage 16 St. 32 Min. Es müssen sich daher ungefähr 4400 Mondfinsternisse und ebenso viele Sonnenfinsternisse im Laufe eines Jupiterjahres ereignen. Von der Erde aus lassen sich diese Ereignisse sehr gut beobachten. So oft ein Mond in den Schatten des Jupiter tritt, verschwindet er plötzlich wie ein erlöschendes Licht, und ebenso plötzlich tritt er wieder aus dem Schatten hervor. Wenn eine Sonnenfinsterniß sich für den Jupiter ereignet, so sieht man von der Erde aus den schwarzen Schatten des Mondes auf der Jupiterscheibe langsam dahin ziehen. Auch die hellen Monde selbst sieht man dann deutlich in die Jupiterscheibe eintreten

Digitized by Google

und erst gegen die Mitte hin ganz verschwinden, zum sichern Beweise, daß der Jupiter eine Atmosphäre hat und darum am Rande schwächer leuchtet als in der Mitte. In diesen Finsternissen nun ist uns der sicherste Beweis gegeben, daß der Jupiter uns nur das erborgte Licht der Sonne zurückstrahlt. Die Schatten der Monde sind vollkommen schwarz; also haben auch die beschatteten Stellen des Jupiter kein eigenes Licht. Aber noch mehr! Wir könnten durch das helle Licht, von dem diese Schatten umgeben sind, getäuscht werden. Aber die Monde verschwinden bisweilen in einem merklichen Abstande vom Rande des Planeten. Dies geschieht offenbar, wenn sie in den Schattenkegel treten, den der Jupiter wie jeder undurchsichtige Körper hinter sich wirft. In diesen Schattenkegel dringt kein Strahl der Sonne; nur der Halbschatten, der ihn umgiebt, ist noch schwach erleuchtet. Das vollständige Verschwinden der Monde während ihres Verweilens in dem Schattenkegel beweist, daß sie von der durch die Sonne nicht beschienenen Seite des Jupiter kein Licht empfangen, daß dieser also auch nicht, wie man lange Zeit geglaubt hat, phosphorescirt.

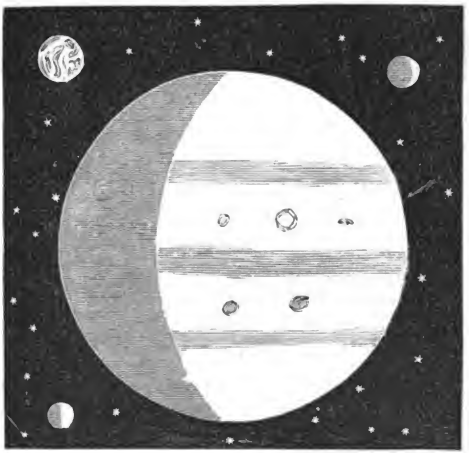
Ich vermag Ihnen nicht gerade viel Aufklärung über die Naturverhältnisse dieser Monde zu versprechen, aber auch das Wenige wird Ihnen bei ihrer Kleinheit und Ferne überraschend genug erscheinen. Man hat nämlich in der That Flecken auf diesen Monden beobachtet, ähnlich denen, wie sie Ihnen von unserm Monde bekannt sind, die darum wol auch auf ein ähnliches Detail der Oberflächen schließen lassen. Allerdings sind diese Flecken nur sichtbar, wenn die Monde in ihrem Umlaufe vor der Scheibe des Jupiter erscheinen, und dieser Umstand erklärt das Seltsame, was darin liegt, daß man Details unterscheiden soll, wo doch das Ganze durch seine Kleinheit sich der Wahrnehmung entzieht. Sie wissen, daß ein sehr kleiner leuchtender Gegenstand niemals scharf begrenzt erscheint, sondern sich fast wie ein formloses Licht darstellt, von welchem nach allen Richtungen mehr oder weniger lange Strahlen ausgehen. Dies gilt auch von einem Jupitersmonde, wenn er außerhalb des Planeten erscheint; sein Bild ist verwaschen, und Strahlen verhindern die Sichtbarkeit jedes Fleckens. Sobald er aber vor den Planeten tritt, so muß sich seine Scheibe, wie klein sie auch sein mag, in aller Schärfe auf der Planetenscheibe darstellen; die Strahlen verschwinden und nichts hindert mehr die schwarzen Flecken zu sehen, die durch den Contrast ihres Dunkels zu dem kräftigen Licht der Umgebung noch deutlicher hervortreten.

Man hat diese Flecken mit der Beobachtung in Zusammenhang gebracht, daß diese Monde auffallende Aenderungen in ihrer Helligkeit und scheinbaren Größe zeigen, Aenderungen, die regelmäßig in denselben Stellungen der Monde in Bezug auf den Jupiter und die Sonne wiederkehren. Man hat daraus den Schluß gezogen, daß sie uns abwechselnd alle ihre verschieden reflectirenden Seiten zukehren, daß sie aber eben darum dem Jupiter immer nur eine Seite zuwenden können, daß sie also eine Rotation besitzen, deren Dauer, wie bei unserem Erdmonde, genau mit den Zeiten ihres Umlaufs um den Hauptplaneten zusammenfällt.

Wir werden nun diese kleine Jupitерswelt verlassen, die uns gleichsam im

Digitized by Google

Spiegel ein treues Abbild des großen Sonnensystems vorhält und dadurch einst außerordentlich viel zu schneller Verbreitung der Copernikanischen Lehre beigetragen hat. Aber ich möchte nicht, daß es geschehe, ohne daß Sie zwei große historische Erinnerungen, die sich an sie knüpfen, mitnähmen. Die Entdeckung der Jupitersmonde ist die erste Frucht, welche die Erfindung des Fernrohres und seine Anwendung auf die Beobachtung der Gestirne trug, und die Beobachtung ihrer Finsternisse ist es gewesen, welche den dänischen Astronom Römer im J. 1675 zur Messung der Lichtgeschwindigkeit veranlaßte, auf welche dann Bradley später die überaus wichtige Entdeckung der Lichtabirrung gründete. Aber auch eine praktische Bemerkung nehmen Sie noch mit sich. Die Verfinsterungen der Jupitersmonde haben auch eine Bedeutung für die Bereicherung unserer geographischen Kenntnisse. Sie bieten uns die sichersten Mittel für die oft so schwierige Bestimmung der geographischen Längen, und schon Galilei war es, der darauf aufmerksam machte. Der Eintritt eines Jupitersmondes in den Kernschatten des Planeten, wie der Beginn seines Austrittes sind als augenblickliche und für Beobachter an den verschiedensten Orten der Erde, über deren Horizont der Jupiter sich gerade befindet, durchaus gleichzeitige zu betrachten. Es bedarf also nur einer Vergleichung der Uhren zweier Orte zur Zeit der Beobachtung eines solchen Vorgangs, um den Längenunterschied beider Orte daraus abzuleiten. Durch die Ausbildung der Lehre von der allgemeinen Anziehung und genaue Berechnung der daraus folgenden Störungen im Laufe dieser Monde ist es jetzt gelungen, Tafeln zu entwerfen, welche die Ein- und Austritte der Monde für bestimmte Orte der Erde, etwa Paris oder London, mit großer Genauigkeit angeben. Dem Seefahrer freilich, der fern in den Wüsten der Meere mittelst dieser kleinen Sterne den Lauf seines Schiffes richten will, tritt für jetzt noch die Schwierigkeit hindernd entgegen, welche die Beobachtung so kleiner



Anblick des Sternenhimmels von einem der Jupitertrabanten.

Digitized by Google

Sterne mit Fernröhren von hinreichender Vergrößerung bei den beständigen Schwankungen des Schiffes mit sich bringt.

Wir scheiden jetzt und ich führe Sie noch einen Augenblick auf einen der Jupitersmonde, um sich Ihre Augen an der wunderbaren Scenerie des nächtlichen Himmels dieser fernen Weltgegend weiden zu lassen. Mehr als 1000 Vollmonden gleich an Größe, den Raum eines ganzen Sternbildes wie der Orion umfassend, leuchtet die gewaltige Scheibe des Jupiter, und neben dieser Riesenscheibe schmücken noch drei Monde den sternbesäeten Himmel. Fast volle zwei Erdentage währt diese Nacht, und um ihre Mitte sehen wir den Schatten unseres Mondes über die Jupiterscheibe hinziehen. Die Sonne geht auf, eine kleine blendende Scheibe, aber noch einmal unterbricht den Tag eine kurze, zwei Stunden lange Nacht, da der Jupiter vor die leuchtende Sonnenscheibe tritt. Und nur diese kurze Nacht ist eine wirkliche Nacht, so hell leuchtet die große Scheibe am nächtlichen Himmel.

Es hat eine Zeit gegeben, wo man den Plan einer schöpferischen Weisheit darin sehen wollte, daß dem Jupiter vier Monde zugesellt seien, als ob sie einen Ersatz für das kärglicher zugemessene Sonnenlicht gewähren sollten. Man hat von dunkeln Jupitersnächten gesprochen, als ob die Abwesenheit einer fernern Sonne größeres Dunkel verbreiten könne, als die Abwesenheit einer nähern. Man hat von dem milden Glanze jener Monde gesprochen, von einer Tageshelle, die sie über die nächtlichen Landschaften ausgössen, als ob vier Monde am Himmel das verrichten könnten, von denen nur einer in der Größe unseres Mondes, zwei nur $^1/_3$, der vierte sogar nur $^1/_{12}$ so groß erscheinen, und die insgesammt doch noch 15 mal weniger Licht spenden als unser Mond, dessen Licht schon mehr als 300,000 mal schwächer als unser Sonnenlicht ist. Sie werden für solche Weisheitsträume wenig Bestätigendes auf dem Jupiter gefunden haben. Es ließe sich ja, wenn man solche Zweckbestimmungen von Welten für einander gelten lassen wollte, kaum eine unweisere Einrichtung denken, als diese Stellung der Jupitersmonde in der Aequatorebene des Hauptkörpers. Gerade die Polargegenden, die in ihren sechsjährigen Winternächten noch am meisten des Mondlichtes bedürften, sehen wegen dieser Stellung nie einen Mond über ihrem Horizonte, und selbst die Aequatorgegenden verlieren noch durch die zahlreichen Finsternisse, die ihnen zumal stets den Anblick des Vollmondes rauben, fast ein Viertel ihres Mondscheines. Solche altkluge, spießbürgerliche Anschauungen werden am besten durch solche Wanderungen zerstört, wie wir sie mit einander unternommen. In der Fremde lernt man erst fremde Selbständigkeit achten und vergißt es, beschränkte Maßstäbe an große Erscheinungen zu legen.

Wieder geht es nun hinaus in den Weltraum. Immer weiter dehnen sich jetzt die Strecken, welche die Welten von einander trennen. Fast 90 Millionen Meilen haben wir zu durchfliegen, ehe wieder eine feste Welt uns Halt gebietet, und 197$^1/_4$ Millionen Meilen liegt nun bereits die Sonne hinter uns, die nur noch als eine Scheibe von $3^1/_3$ Min. Durchmesser und mit 91 mal schwächerem

Digitized by Google

Lichte, als sie der Erde leuchtet, am Himmel glänzt. Eine Welt steigt vor uns aus der Nacht, die wunderbarste und großartigste aller Welten unseres Systems. Ich sage eine Welt, denn es ist nicht ein einfacher leuchtender Ball, sondern ein ganzes System von Körpern, zum Theil der seltsamsten Art, das diese Welt bildet. Auf 1,050,000 Meilen dehnt sich dieses Gebiet aus, in welchem der Saturn als mächtiger Herrscher thront, eine kleine Sonne gleichsam unter seinen Trabanten.

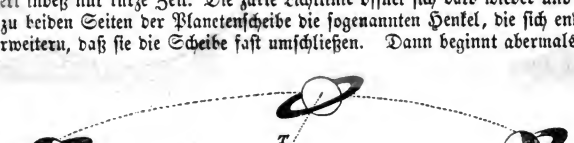
Die Sonnenscheibe vom Saturn aus gesehen (links), im Verhältniß zu ihrem Anblick von der Erde (rechts.)

Wenn Sie von der Erde aus dieses Gestirn erblickten, so erschien es Ihnen als ein trüber gelblichrother Stern, dessen Durchmesser von 15 bis 20 Secunden wechselte. Jetzt sehen Sie vor sich einen Ball, dessen Durchmesser 15,507 Meilen mißt, der an Größe 735 mal unsere Erde übertrifft. Wenn schon dem Alterthum die außerordentliche Langsamkeit seiner Bewegung auffiel, so begreifen Sie diese jetzt erst aus der ungeheuren Ausdehnung seiner Bahn, die zu durchlaufen er fast $29\frac{1}{2}$ unserer Jahre oder 10,751 Tage 23 Stunden 16 Min. 32 Sec. gebraucht.

Die wunderbarste Erscheinung der ganzen Saturnwelt ist jedenfalls der Ring. Schon der erste der Astronomen, der das Fernrohr auf den Saturn richtete, Galilei, war verwundert und verwirrt über das seltsame Ansehen, das er ihm bot. Er erblickte zwei Sterne zu seinen beiden Seiten, die nicht von ihm weichen wollten und ihn anscheinend selbst berührten. Er verglich sie in seiner Verlegenheit mit zwei Dienern, welche den alten müden Saturn auf seinem weiten Wege stützten. Als aber zwei Jahre später diese Seitensterne unsichtbar wurden, da glaubte Galilei unmuthig durch ein Trugbild genarrt zu sein. Aber gerade das Verschwinden dieser Seitensterne oder Henkel, wie spätere Beobachter sie bezeichneten, wurde im Jahre 1656 für Huyghens die Veranlassung zur richtigen Erkenntniß dieser Erscheinung. Daß diese Erklärung anfangs sehr wenig Anklang fand, darf uns nicht befremden. Sie forderte in der That einen zu plötzlichen Wechsel der Anschauungen, die auf die höchste Einfachheit im Bau der Welten hinausgingen. Hier sollte nun ein dünner, fast scheibenartig flacher Ring die Saturnkugel umschweben, völlig frei, durch nichts als die Anziehungskraft an sie gebunden und von der Sonne erleuchtet wie der Planet selbst. Als freilich dieser Ring sich so geeignet zeigte, alle die mit der fortschreitenden Verbesserung der Fernröhre auffallender hervortretenden Sonderbarkeiten in den äußeren Umrissen dieses Gestirns zu erklären, da hörte man auf an seinem Dasein zu zweifeln. Wenn wir diesen Ring von der Erde aus niemals in seiner

Digitized by Google

wahren kreisrunden Gestalt erblicken, wenn er uns bisweilen sogar völlig verschwindet, so beweist dies, daß er gegen die Ebene der Saturnsbahn und, bei der geringen Neigung derselben gegen unsere Erdbahn, auch gegen diese eine schiefe Stellung einnimmt, so daß wir ihn stets von der Seite und verkürzt erblicken. Wenn er in dieser unveränderlichen Lage mit dem Saturnkörper die Sonne umkreist, so wird er uns 15 Jahre lang die eine, 15 Jahre lang die andere seiner Seitenflächen zuwenden. Während dieser Bewegung kann er natürlich in eine Stellung kommen — und es muß dies sogar zweimal in den beiden Knoten der Bahn eintreten — wo seine Ebene genau mit der Ekliptik zusammenfällt, also durch die Sonne geht. Dann kann keine seiner breiten Seitenflächen, sondern nur die uns zugewandte äußerste schmale Kante von der Sonne beleuchtet werden, und der Ring wird für uns völlig unsichtbar oder doch nur in sehr starken Fernröhren als schmaler Lichtstreifen erkennbar. Diese Unsichtbarkeit des Ringes dauert indeß nur kurze Zeit. Die zarte Lichtlinie öffnet sich bald wieder und bildet zu beiden Seiten der Planetenscheibe die sogenannten Henkel, die sich endlich so erweitern, daß sie die Scheibe fast umschließen. Dann beginnt abermals die



Bewegung des Saturn und seiner Ringe um die Sonne. S. Die Sonne. T. Die Erde.

Verschmälerung des Ringes, und abermals verschwindet er endlich. Dieser regelmäßige Verlauf der Erscheinung, der sich zweimal im Umfange eines Saturnjahres wiederholt, erleidet allerdings in Folge der Bewegung der Erde einige Veränderungen. Auch die Erde kann nämlich eine solche Stellung einnehmen, daß die Ebene des Saturnringes entweder gerade durch die Erde oder zwischen Sonne und Erde hindurchgeht. In dem einen Falle wird uns dann nur die dunkle Kante, im andern nur die dunkle, von der Sonne abgewandte Seite des Ringes zugekehrt, und in beiden Fällen bleibt er uns dann unsichtbar, oder wir sehen doch nur die dunkle Schattenlinie des Ringes auf der glänzenden Saturnscheibe. Diese Unsichtbarkeit des Ringes kann sogar Wochen und Monate lang für uns währen. Ich brauche Ihnen nicht erst zu sagen, daß die Lichtgestalten dieses Ringes sich aus den gegenseitigen Stellungen von Saturn, Sonne und Erde mit ebenso großer Genauigkeit vorher berechnen lassen, wie etwa die unseres Mondes, und Sie werden zugeben, daß bei solcher Uebereinstimmung zwischen Theorie und Beobachtung jeder Zweifel sich von selbst verbietet. Das seltsame Wunder schwebt nun vor Ihnen, und Sie sollen es näher in Augenschein nehmen.

Digitized by Google

Wenden Sie Ihre Blicke zunächst auf den Saturnkörper selbst. Wie sich uns bei früheren Wanderungen durch die sonnennahen Regionen eine gewisse Verwandtschaft der dort kreisenden Planeten unabweislich aufdrängte, so tritt uns hier in der Sonnenferne unseres Systems eine ähnliche Verwandtschaft der Welten entgegen. Nicht ihre Riesengröße allein, auch ihre Dichtigkeit, ihre Rotation, selbst die Naturbeschaffenheit ihrer Oberflächen scheint diesen Planeten gewissermaßen einen Familiencharakter aufzuprägen. Sie haben schon über die geringe Dichtigkeit des Jupiter gestaunt; die des Saturn ist noch weit geringer. Aus den Wirkungen seiner Anziehung auf benachbarte Weltkörper, namentlich auf seine Monde, war man im Stande seine Masse zu schätzen. Man fand sie nur 103mal größer als die der Erde, obgleich sein Körperinhalt doch den der Erde 735 mal übertrifft. Daraus folgt eine außerordentlich geringe Dichtigkeit dieses Körpers, $7^1/_4$ mal geringer als die Dichtigkeit der Erde und nur $^3/_4$ mal so groß als die des Wassers.

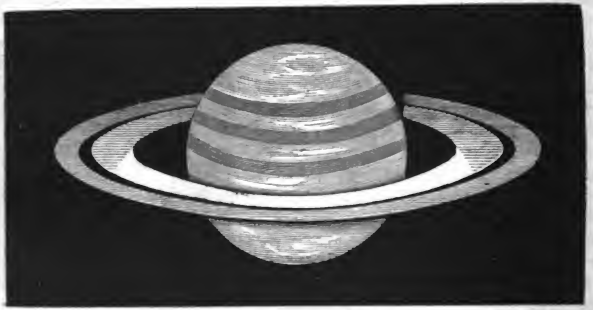
Anblick des Saturn, wenn die Erde in der Ebene seiner Ringe steht.

Wie in Betreff der Dichtigkeit, so zeigt Saturn auch in seiner Rotation eine große Uebereinstimmung mit dem Jupiter. William Herschel bestimmte sie im Jahre 1794 aus der Beobachtung einiger dunklen Flecken oder vielmehr knotenartigen Verdichtungen in den Streifen des Saturn und fand für ihre Dauer 10 Stunden 29 Min. 17 Sec. Seine Bewegung ist also zwar nicht ganz so schnell als die des Jupiter, aber noch immer mehr als doppelt so schnell als die der sonnennahen Planeten und schnell genug, um eine besonders starke Abplattung erwarten zu lassen. Diese war denn auch in der That schon längere Zeit vorher von Herschel beobachtet und gemessen worden. Sie beträgt nach den neuesten Messungen Bessel's $^1/_{10,2}$ des Durchmessers und ist somit die bedeutendste im ganzen Planetensystem, bedeutender selbst als die des schneller rotirenden Jupiter, dessen Abplattung nach Arago nur $^1/_{17}$, nach Beer und Mädler sogar nur zwischen $^1/_{18,7}$ und $^1/_{21,6}$ beträgt. Eine so außerordentliche Abplattung läßt sich nur erklären, wenn man eine gegen die Oberfläche abnehmende Dichtigkeit des Saturn annimmt. Völlig unerklärlich würde aber sein, was Herschel gleichzeitig und mit den verschiedensten und schärfsten Fernröhren am Saturn beobachtet haben wollte. Die Gestalt des Saturn sollte nämlich nicht elliptisch sein, wie es die Rotation bedingt, sondern mehr einem an den Ecken abgerundeten Rechtecke gleichen. Kein Beobachter neuerer Zeit hat eine solche Unförmlichkeit des Saturn wieder gesehen, und trotz der großen Autorität wird nicht leicht noch Jemand daran glauben.

An der Oberfläche des Planeten bemerken Sie endlich dieselben bandartigen Streifen, die schon den Jupiter auszeichneten. Nur sind sie hier breiter, aber

Digitized by Google

auch matter und mehr gekrümmt. Die meiſten dieſer Streifen zeigen eine große Veränderlichkeit in ihren Formen und deuten daher auf einen atmoſphäriſchen Urſprung hin. Nur der graue Aequatorialſtreifen beſitzt Beſtändigkeit und ſoll auch nach Mädler bis zu den Rändern des Planeten fortlaufen, ſo daß er alſo der eigentlichen Oberfläche des Planeten angehören müßte, nach Mädler wol gar eine Anſammlung von Flüſſigkeit, eine Art großer Flutwelle wäre, die durch die Anziehung des über ihm ſchwebenden Ringes in der Aequatorialzone erzeugt würde. Eine eigenthümliche Erſcheinung wurde von Herſchel in den Polargegenden des Saturn beobachtet. Dieſe zeigten ſich nämlich im Winter des Planeten heller leuchtend und erſchienen weniger weiß, je länger ſie von der Sonne beſchienen waren. Ein ſolcher von dem Laufe der Jahreszeiten abhängiger Lichtwechſel erinnert uns an die Schneezonen des Mars. Ein ähnlicher Contraſt



Der Saturn mit ſeinen Ringen.

der Jahreszeiten iſt allerdings auch hier durch die ſchiefe Stellung der Axe bedingt. Aber ob eine winterliche Eis- und Schneedecke oder nur eine Anhäufung von Wolken dieſer Erſcheinung zu Grunde liegt, wird ſich natürlich nicht entſcheiden laſſen; jedenfalls rechtfertigt ſie die Annahme von Temperaturveränderungen und das Daſein einer Atmoſphäre des Saturn.

Richten Sie jetzt Ihre Blicke auf den Ring des Planeten, und ich will verſuchen, ob ich Ihnen auch hier einigermaßen befriedigende Aufſchlüſſe geben kann. Daß Sie es hier nicht etwa mit einem bloßen Lichtmeteor oder auch nur einer bloßen Dunſthülle, wie noch ſehr wiſſenſchaftliche Männer der letzten Jahrhunderte glaubten, ſondern mit einer wahrhaft körperlichen Welt zu thun haben, das geht ſchon aus dem ſchwarzen Schatten hervor, den dieſer Ring auf den Körper des Saturn wirft. Sie haben darin zugleich wieder einen Beweis, daß auch der Saturn ein an ſich dunkler Körper iſt und ſein Licht nur von der Sonne empfängt. Für den Ring liefert der dunkle Schatten, welchen der Saturn auf ſeine entferntere Seite wirft, denſelben Beweis. Aber Sie haben auch aller

Digitized by Google

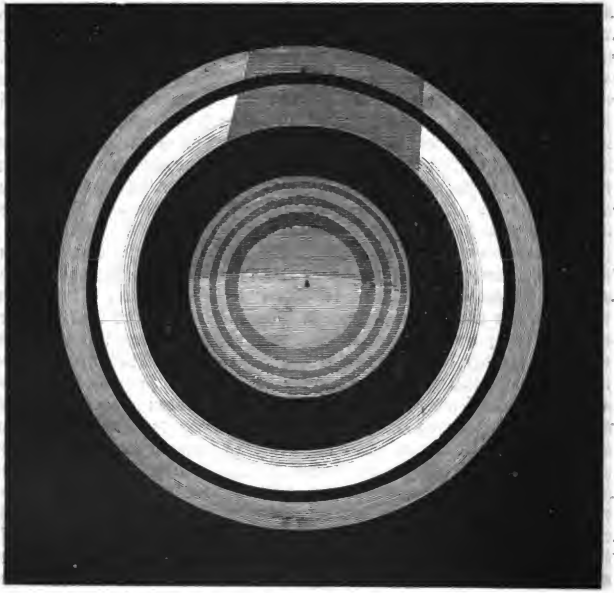
Wahrscheinlichkeit nach nicht blos einen Ring, sondern eine Mehrzahl von Ringen vor sich, die wol gar noch in einer innern schöpferischen Beweglichkeit begriffen sind. Schon Cassini erkannte im J. 1675 einen dunklen Streifen in dem Ringe, welcher seinen Rändern parallel den Ring in zwei ungleiche Theile scheidet, von denen der innere, zugleich bei weitem breitere sehr hell, der äußere dagegen etwas dunkler erscheint, so daß sie ihn an die Unterschiede polirten und matten Silbers erinnerten. William Herschel untersuchte mit seinen großen Instrumenten diesen Streifen in den Jahren 1789—1792 genauer und fand, daß jene schwarze Linie auf beiden Seiten des Ringes und stets in gleichem Abstande vom äußern Rande erscheint, daß sie beständig gleich breit und überall scharf begrenzt ist, daß sie unter günstigen atmosphärischen Verhältnissen völlig so schwarz erscheint, wie der dunkle Raum zwischen Ring und Planeten. Er zog daraus den wichtigen und noch heute anerkannten Schluß, daß jene schwarze Linie eine wirkliche Theilung zwischen zwei concentrischen Lagen des großen Ringes bezeichne. Ich darf Ihnen freilich nicht verbergen, daß ein wirklicher Beweis für diese Theilung noch keineswegs geliefert ist, daß die Lösung der Frage, ob der schwarze Streifen ein leerer Raum oder nur ein den Jupiterstreifen ähnlicher, physischer Streifen auf der Oberfläche des Ringes ist, noch von außerordentlich feinen und wegen der Kleinheit des Objects schwierigen optischen Beobachtungen zu erwarten ist.

Inzwischen hat man es bei dieser Doppelgestalt des Ringes noch nicht einmal bewenden lassen. Schon längst hatte man auf dem äußern Ringe zahlreiche zarte Streifen und Linien bemerkt, die aber eine große Veränderlichkeit zeigten. Nun haben aber Encke in Berlin und de Vico in Rom noch drei solcher feiner schwarzer Linien, eine auf dem äußern, zwei auf dem innern Ringe entdeckt, die sie ihrer Schärfe und Beständigkeit wegen für wirkliche Theilungen gehalten wissen wollen. Sollte auch diese Annahme sich bestätigen, so hätten wir bereits ein System von fünf concentrisch den Saturn umschwebenden Ringen. Eine noch interessantere Beobachtung wurde in den letzten Monaten des Jahres 1850 von dem amerikanischen Astronom Bond und von den englischen Astronomen Dawes und Lassell gemacht. Sie erkannten nämlich deutlich innerhalb des bisherigen Ringsystems einen neuen, sehr lichtschwachen, dunklern Ring, der, durch eine schwarze Linie von den andern getrennt, ungefähr ein Drittheil des bisher für leer angesehenen Raumes zwischen Ring und Planeten ausfüllt. In dieser so auffallend sich mehrenden Theilung der Ringe haben geistreiche Astronomen unserer Tage sich versucht gefühlt, die Zeichen noch fortschreitender Gestaltungen und materieller Umwälzungen zu sehen, deren Schauplatz dieses seltsame, gleichsam noch in dem ersten Stadium der Schöpfung stehende System noch heute wäre.

Wenn Sie bedenken, daß die ganze Ausdehnung dieser Ringgebilde uns nur in der Breite von etwa 40 Secunden, also kaum dem Durchmesser der Jupiterscheibe in ihrer mittlern Größe gleich, erscheint, so werden Sie auch begreifen, daß es unmöglich ist, einigermaßen befriedigende Aufschlüsse über die wirklichen Dimensionen ihrer einzelnen Theile zu gewähren. Die Breite der beiden

Digitized by Google

Cassini'schen Ringe beträgt nur 2,4 und 3,9 Secunden, die Breite des neuen dunkeln Ringes sogar nur 1,5 Sec., und der breiteste der schwarzen Streifen mißt kaum $^4/_{10}$ Secunden. Wollen Sie sich aber mit annähernden Werthen begnügen, so haben Sie sich die räumliche Anordnung dieses Systems etwa in folgender Weise zu denken. In einem Abstande von ungefähr 3200 Meilen von seiner Oberfläche sehen Sie den Riesenkörper des Saturn von 3 Ringen umschwebt, die, wie Sie wissen, vielleicht noch in mehrere getheilt sind, und



Anblick der Ringe des Saturn in der Richtung seiner Pole.

deren Breiten etwa 1700, 3700 und 2300 Meilen messen, während sie durch Zwischenräume von vielleicht nur 390 Meilen getrennt sind. Das ganze Ringsystem besitzt also etwa einen Durchmesser von 38,300 Meilen; die Dicke der Ringe dagegen dürfte kaum 20, mindestens nicht 50 Meilen übersteigen. Das Ganze gleicht also einer ungeheuren, aber äußerst schmalen Brücke, die sich in mehreren Lagen übereinander rings über den Aequator des Saturn wölbt.

Digitized by Google

Es wird Ihnen schwer werden, sich eine Vorstellung von diesem sonderbaren Gebäude zu machen, ja Sie werden an der Möglichkeit einer solchen in der Luft gewölbten Riesenbrücke überhaupt zweifeln. Aus diesen Zweifeln kann ich Sie nur durch einige Rückerinnerungen aus der irdischen Mechanik befreien. Wenn Sie einen Brückenbogen sich kühn über einen breiten Fluß spannen sehen, so fragen Sie nicht, warum der Schlußstein dieses Bogens dem Einflusse der irdischen Schwere nicht nachgiebt. Sie wissen, daß der Stein vermöge seiner Form nur dann sich von dem Gewölbe losreißen könnte, wenn die beiden benachbarten Steine, mit denen er in Berührung steht, entfernt würden. Das Fallbestreben des Steines ist also hier in einen doppelten, nach links und rechts auf die beiden Nachbarsteine ausgeübten Druck umgewandelt. Denken Sie sich nun ein solches Brückengewölbe in einer gewissen Höhe rings um die ganze Erde fortgesetzt, so wird jeder Stein darin als Schlußstein gelten können und der ganze Zug dieses Gewölbes nach unten in Seitenkräfte aufgelöst sein, die einander das Gleichgewicht halten. Momentan also würde eine solche Brücke, ohne Stützen und Pfeiler einem Kranze gleich rings um den Aequator der Erde schwebend, wol Bestand haben können. Aber ich sage nur momentan; denn der dauernde Bestand dieses Gewölbes erfordert als nothwendige Bedingung, daß alle seine Theile gleichmäßig von der Erde angezogen werden. Jede einseitige Vermehrung oder Verminderung des Druckes, wie sie schon die Einwirkung des Mondes unvermeidlich macht, würde das Gleichgewicht zerstören und den Einsturz des ganzen Gewölbes zur Folge haben.

Und dennoch, werden sie sagen, schwebt ja solch eine Brücke über dem Aequator des Saturn! Es müssen also hier jenen einseitigen Veränderungen der Schwere Vorrichtungen entgegengesetzt sein, durch welche sie ausgeglichen werden. Eine der wichtigsten Gegenwirkungen gegen die Schwere kennen Sie bereits in der Rotation. Aber diese reicht allein nicht hin. Wäre der Ring gleichförmig in allen seinen Theilen, so würde er dennoch durch die geringste Kraft, wie die Anziehung eines Satelliten, aus seinem Gleichgewicht gebracht werden können und in sich zusammenbrechen. Also auch eine gewisse Unregelmäßigkeit der Gestalt, eine ungleiche Breite seiner verschiedenen Theile gehört zum Bestehen des Ringes, so daß sein Schwerpunkt nicht mit seinem geometrischen Mittelpunkte zusammenfällt, sondern eine gewisse Beweglichkeit besitzt, ähnlich der eines Satelliten, der sich um den Mittelpunkt des Saturn in einer von den Ungleichheiten der Ringe abhängigen Entfernung bewegen müßte. Sie werden begreifen, daß bei einer Mehrzahl von Ringen für jeden einzelnen dieselben Bedingungen gelten. Laplace, der unsterbliche Schöpfer der Mechanik des Himmels, war es, der zuerst diese Bedingungen nachwies und durch Berechnung die Erscheinungen im Voraus feststellte, die am Himmel noch beobachtet werden sollten. In der That sind Rotation und excentrische Lage des Saturnringes, die erstere kurz nach dem theoretischen Nachweis Laplace's, die andere einige 30 Jahre später durch die Beobachtung festgestellt worden.

Von Zeit zu Zeit nimmt man nämlich auf der Oberfläche des Ringes kurz

Digitized by Google

vor seinem Verschwinden oder bald nach seinem Wiedererscheinen gewisse Erhöhungen oder Ungleichheiten wahr, die unmöglich ihren Grund in einer bloßen Täuschung haben können. Will man sie also nicht für wirkliche leuchtende Flecke des Ringes halten, so bleibt nur übrig, sie auf irgend einen der Satelliten zurückzuführen. Schon Herschel machte aber im J. 1790 die Bemerkung, daß die Bewegungen derselben mit keinem der bekannten Satelliten in Einklang zu bringen seien. Er hätte nun auf einen neuen Trabanten schließen können. Aber die Umlaufszeit, welche sich aus der Bewegung jener Flecken ergab, betrug 10 Stunden 12 Min. 15 Sec., und der angenommene Satellit hätte sich nach den bekannten gesetzlichen Verhältnissen, die zwischen Umlaufszeit und Entfernung bestehen, innerhalb der Ringe selbst bewegen müssen. Sie sehen also, daß Herschel genöthigt war, jene Flecken als den Ringen selbst angehörig zu betrachten und in jener Rotationszeit die des Ringes zu sehen. In der That entspricht diese Rotation fast genau der von Laplace theoretisch geforderten und steht zugleich in naher Uebereinstimmung mit der Rotation des Planeten selbst.

Auf die excentrische Lage des Saturnringes war schon zu Ende des 17. Jahrhunderts von dem französischen Geistlichen Gallet aufmerksam gemacht worden. Man hatte sie damals nicht beachtet. Erst im J. 1827 wurde diese Thatsache durch Schwabe in Dessau von Neuem entdeckt, und die Beobachtungen von Harding, Struve, John Herschel und James South bestätigten sie. Der Ring des Saturn umschwebt nicht genau concentrisch die Kugel des Planeten; der Mittelpunkt der Kugel liegt vielmehr etwa $^2/_{10}$ Secunden westlich vom Mittelpunkt des Ringes.

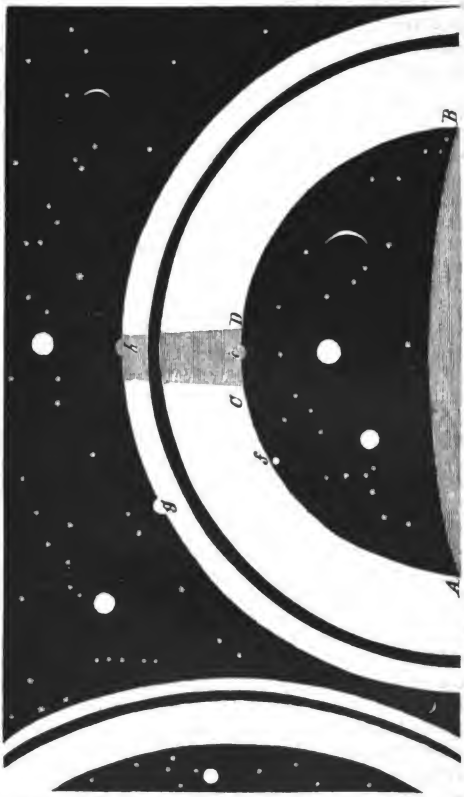
Sie können sich denken, wie die Köpfe der Astronomen sich bereits zergrübelt haben, um eine faßliche Vorstellung von der materiellen Beschaffenheit dieser sonderbaren Welt zu gewinnen, wie tief mancher sich selbst in die Abgründe der Phantasie gewagt hat, um hier eine Aufklärung zu finden. Die einen meinten, der Ring sei am besten durch einen Kometenschweif zu erklären. Ein Komet sollte durch die Anziehungskraft des Saturn gezwungen sein, ihn zu umkreisen; da wäre denn sein Kern zu einem Satelliten, sein Schweif zum Ringe geworden. Andere wollten in dem Ringe den ehemaligen Aequatorgürtel des Planeten sehen, der entweder durch die Wirkung der Centrifugalkraft sich von demselben abgelöst habe oder bei einer schnellen Erstarrung und Abkühlung des früher weit ausgedehntern Planeten zurückgeblieben sei. Noch andere endlich stellten sich den Ring als einen Schwarm außerordentlich kleiner Satelliten vor, deren Bahnen einander so nahe liefen, daß sie uns in der großen Ferne als ein zusammenhängender Körper erschienen. Alle diese Erklärungen wurden aber von den Erscheinungen bald überholt.

Noch immer gehört der Saturn zu den räthselhaftesten Wesen unserer Weltordnung. Nicht einmal ob wir für flüssig oder starr den Körper des Saturn halten sollen, oder ob, wie Manche wollen, Wolkenzüge die Saturnsringe und Dampfmassen oder Dunstbläschen die Berge des Saturn bilden, läßt sich entscheiden. Von Bedeutung sind nur die Resultate derjenigen Forschungen, die, frei

Digitized by Google

von allem Spiel der Einbildungskraft, allein aus den Bedingungen der Stabilität auf die Natur des Saturnringes zu schließen versuchen. Die Flüssigkeit des Saturnringes, wie sie auf wissenschaftlichem Wege von zwei amerikanischen Astronomen Bond und Peirce nicht als wirklich, sondern als nothwendig nachgewiesen worden, dürfte daher weit größere Wahrscheinlichkeit für sich haben, als alle noch so scharfsinnigen Erklärungsversuche für den Ursprung der Ringe.

Wenn überhaupt das Wesen eines Systems darin zu suchen ist, daß jedes einzelne Glied zum Bestehen des Ganzen nothwendig ist, so haben Sie in dem Saturnsystem einen der überzeugendsten Belege. Auch jene Ringe würden trotz Erfüllung aller sonstigen Bedingungen der Stabilität, trotz der Rotation, trotz der Ungleichheiten, trotz der excentrischen Lage, sich nicht im Gleichgewicht zu erhalten vermögen, wenn, wie eben jene amerikanischen Astronomen nachgewiesen haben, die Satelliten oder Monde des Saturn durch ihre Einwirkung und Stellung nicht erst dem Ganzen Festigkeit verliehen.



Anblick des Sternhimmels und der Ringe von den Polargegenden des Saturn.

Anblick der Ringe und des Sternhimmels vom Aequator des Saturn.

Digitized by Google

Acht solcher Satelliten hat der Scharfblick des Astronomen in dem Herrschergebiete des Saturn entdeckt, die letzten ihrer außerordentlichen Kleinheit wegen nur mit Hülfe der Riesenteleskope des vorigen und des gegenwärtigen Jahrhunderts. Erst seit man auf den Gedanken kam, die blendende Saturnscheibe durch einen Schirm zu verdecken, ist es möglich geworden, auch die kleinsten mit mäßigen Fernröhren zu erblicken.

Huyghens war es, der am 25. März 1655 den ersten dieser Trabanten, den größten und sichtbarsten von allen, der in ihrer Reihe nach seinem Abstande die sechste Stelle einnimmt, mit Hülfe zweier von ihm selbst verfertigten Fernröhre auffand. Seine Instrumente wären vollkommen geeignet gewesen, ihn noch weitere Entdeckungen machen zu lassen, wenn nicht ein seltsamer Umstand seiner Forschung ein Ziel gesetzt hätte. Es herrschte nämlich damals noch eine alte Ansicht, daß die Zahl der Hauptplaneten von der Gesammtzahl der Nebenplaneten unmöglich übertroffen werden könne. Zu den sechs damals bekannten Planeten war nun der sechste Mond gefunden, und selbst ein Huyghens hielt es für unnütz, weiter zu suchen. Aber schon 16 Jahre später sollte dieses angebliche kosmische Gesetz auf eine glänzende Weise vernichtet werden. Cassini entdeckte vom J. 1671 bis zum J. 1684 vier neue Satelliten des Saturn, in der Reihe der Abstände vom Hauptplaneten den achten, fünften, vierten und dritten. Durch das Herschel'sche Riesenteleskop wurden auch der erste und zweite der Satelliten 1789 entdeckt. Der letzte aber, der siebente in der Reihe, wurde erst 1840 durch Bond in Cambridge in Nordamerika und fast gleichzeitig durch Lassell in Liverpool aufgefunden. Zur Bezeichnung dieser Satelliten, deren Entdeckung in so langen Zwischenräumen und unabhängig von ihrer Größe oder ihren Abständen vom Hauptkörper erfolgte, schlug Herschel, um jede Verwirrung zu vermeiden, die Einführung besonderer Namen vor. Der dem Planeten nächststehende erhielt den Namen Mimas, darauf folgen Enceladus, Thethys, Dione, Rhea, Titan, Hyperion und Japetus.

Die Naturverhältnisse dieser kleinen Welten sind natürlich dem Auge der Wissenschaft noch verschlossen; nicht einmal über ihre Größe läßt sich ein sicheres Urtheil gewinnen. Was man aber von ihren Bewegungen erfahren hat, ist nur geeignet, die Ueberzeugung von der Allgemeinheit der kosmischen Gesetze, von ihrer Geltung in den untergeordneten Satellitensystemen wie in dem großen Planetensystem noch zu befestigen. Ihre Bahnen weichen wenig von der Ebene des Ringes ab, ihre Umlaufszeiten stehen in demselben gesetzlichen Verhältniß zu ihren Abständen. Sie haben auch ihre Finsternisse und erzeugen solche für den Hauptplaneten, nur sind sie etwas seltener als in der Jupiterswelt, wegen der etwas größeren Bahnneigungen, und werden noch seltener wahrnehmbar, weil der Ring sie verdeckt. Auch eine Axendrehung ist wenigstens an einem der Monde, dem achten, beobachtet worden. Seine regelmäßige Lichtschwächung, die fast bis zum völligen Verschwinden sich steigert, in dem östlichen Theile seiner Bahn läßt mit Recht darauf schließen, daß dieser Mond uns abwechselnd eine glänzende und eine weniger glänzende Seite zuwendet, und die Abhängigkeit dieser Erscheinungen von dem Umlaufe des Mondes um den Saturn deutet wieder darauf hin,

Digitized by Google

daß Rotationsdauer und Umlaufszeit genau mit einander zusammenfallen. Sie sehen, wie diese Eigenthümlichkeit, der wir jüngst bei unserem eigenen Monde begegneten, sich immer mehr zu einem allgemein für alle Satellitensysteme geltenden Gesetze gestaltet.

Es giebt aber auch noch einige besondere Verhältnisse in diesem untergeordneten Gebiete der seltsamen Saturnswelt, die wohl geeignet sind, unsere Vorstellungen von ihrer Seltsamkeit noch zu erhöhen. Nirgends sehen wir einen Satelliten seinem Hauptkörper so nahe gerückt als hier. Während der Abstand unseres Mondes von der Erde fast 60 Erdhalbmesser beträgt, sehen wir hier einen Mond nur $3^1/_3$ Saturnhalbmesser von dem Mittelpunkt des Saturn entfernt, bis auf 18,300 Meilen der Oberfläche des Planeten, bis auf 6900 Meilen den Grenzen der Ringe genähert und in nicht mehr als 22 St. 37 Min. 23 Sec. seinen Lauf um den Planeten vollendend. Ein Mond, der seinen ganzen Umlauf in weniger als einem ganzen Erdentage vollendet, ist gewiß, wie Arago sagt, keine der geringsten Merkwürdigkeiten des merkwürdigsten unter allen Planeten, welche das Firmament den Blicken des Menschen darbietet.

Anblick des Sternhimmels vom Ringe des Saturn.

Die übrigen Monde sind zwar in weiteren Abständen geordnet, und der letzte, der Japetus, steht ungefähr eine halbe Million Meilen vom Centrum des Planeten und braucht 79 Tage 7 St. 53 Min. 40 Sec., um seinen Umlauf zu vollenden. Aber auch hier tritt uns eine überraschende Thatsache entgegen, die bisher nur zu wenig beachtet worden ist. Unter den Garantien, welche man für den dauernden Bestand unseres Planetensystems aufführt, werden Sie auch die vernommen haben, daß die Umlaufszeiten zweier Planeten niemals in einem rationalen Verhältniß stehen, d. h. niemals Vielfache von einander sein dürfen. Die Folge eines solchen Verhältnisses würde nämlich sein, daß die Stellungen der Planeten zu einander

Digitized by Google

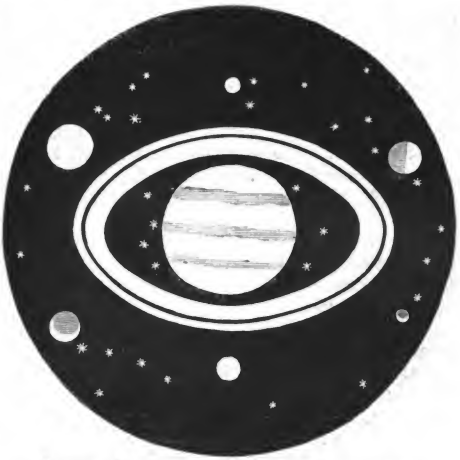
in regelmäßigen Perioden wiederkehren, die störenden Wirkungen, die sie auf einander ausüben, sich also nicht aufheben oder schwächen, sondern verdoppeln und vervielfachen müßten. So unbedeutend jede einzelne Störung auch wäre, im Laufe der Jahrhunderte würde sie durch diese Anhäufung eine so ungeheure Größe erlangen, daß sie das ganze System mit Vernichtung und Umsturz bedrohen würde. Im ganzen Planetensystem ist in der That kein einziges Verhältniß dieser Art anzutreffen; wo sich aber auch nur eine Annäherung dazu zeigt, wie zwischen Jupiter und Saturn, da treten auch bedeutende Störungsanhäufungen ein, die erst in langen Perioden eine Ausgleichung finden. Hier nun in dem Satellitensystem des Saturn scheint dieses gefährliche Verhältniß in auffallender Genauigkeit Geltung zu haben. Die Umlaufszeit des dritten Mondes ist doppelt so groß als die des ersten, und der vierte hat die doppelte Umlaufszeit des zweiten, und zwar in einer Genauigkeit, die sich bis auf $^1/_{800}$ der Periode erstreckt. Sie werden daraus begreifen, in welch erschreckendem Grade die gegenseitigen Störungen dieser Monde bisweilen anwachsen müssen, ja Sie werden die Dauer des Systems in Frage gestellt sehen. Und doch ist vielleicht gerade in dieser eigenthümlichen und einzig in den bekannten Räumen der Weltordnung dastehenden Einrichtung eine jener Bedingungen zu sehen, durch welche das schwankende Gebäude des Ringes erhalten wird. In einer so ungewöhnlichen Welt sind wol auch ungewöhnliche Maßregeln statthaft, und was anderwärts zum Umsturz führet, sichert hier vielleicht den Bestand!

Ansicht des Sternhimmels vom zweiten Saturntrabanten.

Ehe wir aus dieser Wunderwelt scheiden, sei es Ihnen vergönnt, sie noch einmal in flüchtiger Wanderung zu durcheilen und sich an dem Anblick ihrer Himmelslandschaften zu ergötzen. Ich lasse Sie Ihre Wanderung von dem eisigen Pole der Saturnkugel selbst beginnen. An seinem dunklen, sternbedeckten

Digitized by Google

Himmelsgewölbe erblicken Sie nichts vom Ringe, nichts von einem der glänzenden Monde. Wandern Sie aber weiter nach Süden hinab, und bald wird sich ein schmaler Lichtsaum am Horizonte zeigen, der allmälig zu einem glänzenden Bogen anwächst und endlich sich hoch am Himmel erhebt. Jetzt stehen Sie unter dem Aequator selbst. Es ist Sommer, und Tag und Nacht beleuchtet jetzt die Sonne die innere Kante des Ringes, die wie ein schmaler Lichtbogen durch den Zenith des Himmels von Ost nach West sich spannt. Eine Zeit lang verdeckt noch zur Nachtzeit der Schatten des Saturn ein Stück des Ringes, aber der Schatten wird immer kürzer und um die Mitte des Sommers verschwindet er gänzlich; ununterbrochen in reinem Glanze schwebt jetzt die Lichtbrücke über uns. An ihr hin wandeln Sonne, Sterne und Monde von allen Größen und in allen Lichtphasen, die der eine in je 22 Stunden durchläuft. Aber die Landschaft ändert sich; es ist Winter geworden. Fast plötzlich verdunkelt sich das ganze Ringsystem, und mit ihm verschwindet eine Reihe von Sternbildern am Himmel, die es verdeckt. Immer näher rücken die Tagbogen der Sonne dem Ringe; jetzt verschwindet sie gänzlich hinter ihm. Eine



Ansicht des Sternhimmels vom siebenten Saturntrabanten.

große Sonnenfinsterniß tritt ein, nur unterbrochen durch kurze Lichtblicke, wenn die Sonne durch die Zwischenräume der einzelnen Ringe durchscheint. 3740 Erdentage währt diese Winternacht, dann bricht die Sonne wieder hervor, und nicht lange mehr, so verkündet der blitzende Saum des Ringgewölbes das Nahen des Sommers.

Ich entführe Sie diesem Ball und versetze Sie einen Augenblick auf das Ringgewölbe selbst, auf seine innere Kante. Das großartigste Schauspiel unseres ganzen Planetensystems entfaltet sich vor Ihnen. Ueber Ihnen im Zenith glänzt die gewaltige Scheibe des Saturn, 20000mal an Größe unsere Sonnenscheibe übertreffend und fast den achten Theil des Himmels bedeckend. Nur nach

Digitized by Google

Nord und Süd ist Ihr Blick unbeschränkt. In Ost und West erhebt sich der Boden einem langgezogenen Gebirgsrücken gleich zum Himmel empor, über der Riesenscheibe zusammenschießend. In schnellem Wechsel sehen Sie Tag und Nacht hinziehen über dieses wunderbare Gewölbe. Begeben Sie sich jetzt auf eine der Seitenflächen des Ringes, und wieder werden Sie das Schauspiel verändert finden. Eine ungeheure glänzende Kuppel schwebt unverrückt die Halbkugel des Saturn am fernen Horizont.

Aber die Manchfaltigkeit dieser wunderbaren Himmelsansichten ist noch immer nicht erschöpft. Auch auf den Monden müssen Sie einen Augenblick weilen, um die seltene Pracht dieser Wunderwelt zu genießen. In überraschender Nähe können Sie hier den Saturn mit seinen Ringen schauen, den Saturn in der Größe von 6890 Vollmonden, die Ringe fast den vierten Theil des Himmels umspannend, und dazu sieben prachtvolle Monde in allen Phasen und Größen von Riesenscheiben bis zu schimmernden Sternen herab. Was sind alle Reize einer irdischen Himmelslandschaft gegen einen Blick von solcher Sternwarte! Aber ich will nicht dazu beitragen, Ihre schlummernde Phantasie wachzurufen; unser Weg ist noch weit, und abermals führt er uns hinaus in nüchterne Räume.

Indem wir abermals hinausschreiten in die Tiefen des Weltenraumes, betreten wir abermals ein historisches Feld, einen Schauplatz von Eroberungen und Siegen, die mit den Waffen des Geistes und der Wissenschaft errungen wurden. Der Himmel schien hier der Forschung die Wege zu versperren: da brach sie sich gewaltsam Bahn; das bewaffnete Auge schien nicht mehr durchdringen zu können: da rüstete sich der Geist mit den Waffen der Rechnung, und die Thore des Himmels öffneten sich nun weit. Ihnen ist es gestattet, durch diese Thore jetzt einzuziehen.

Da, wo man noch vor 78 Jahren dem Herrschergebiete unserer Sonne Grenzen gesetzt meinte, $396\frac{1}{2}$ Million Meilen fern von der lichtspendenden Sonne, die nur noch als kleine Scheibe, kaum dreimal so groß, als uns die Venusscheibe in ihrem höchsten Glanze erscheint, aus der nächtlichen Tiefe des Himmels hervorblitzt, da wo auch kein Schimmer mehr die Richtung verräth, in welcher Sie die verlassene Erde zu suchen haben, wo Jupiter und Saturn noch die einzigen Planeten sind, die den Himmel schmücken, und auch sie nur als Morgen- und Abendstern im Licht der Sonne wandeln: da gewahren Sie jetzt eine neue Welt und wiederum nicht eine einzelne, sondern ein ganzes System von Welten. Hier wandelt Uranus mit seinen 8 Trabanten seinen weiten, einsamen Weg um die Sonne, den zu vollenden er 84 unserer Erdenjahre 5 Tage 19 St. 41 Min. 36 Sec. gebraucht. An Größe vermag er sich freilich nicht mit seinen stolzen Nachbarn zu messen, aber immer noch mißt sein Durchmesser über 7000 Meilen, also mehr als das Vierfache unseres Erddurchmessers, und noch übertrifft er an Körperinhalt 82mal unsere Erde, und seine Masse vermöchte fast 15 unser Erden aufzuwiegen.

William Herschel war es, der diese neue Welt unserer Kenntniß des Himmels zuführte. Es war am 13. März 1781 zwischen 10 und 11 Uhr Abends, als

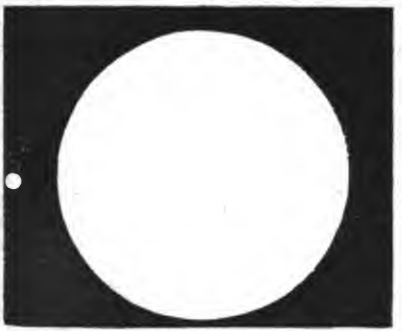
Digitized by Google

der damals außerhalb der Grenze Englands noch kaum bekannte große Astronom bei der Untersuchung einer kleinen Sterngruppe in den Zwillingen zufällig einen Stern bemerkte, der ihm einen ungewöhnlichen Durchmesser zu haben schien und im auffallenden Widerspruch mit dem Benehmen eines echten Fixsternes mit der zunehmenden Vergrößerung an Helligkeit verlor. Er glaubte anfangs einen neuen Kometen entdeckt zu haben, und die Beobachtung einer Ortsveränderung bestärkte ihn darin, wiewol er von einem Schweife keine Spur entdeckte. Die Fernröhre aller beobachtenden Astronomen, die Federn aller rechnenden setzten sich auf die Kunde von dieser Entdeckung in Bewegung. Aber der vermeintliche Komet bewegte sich außerordentlich langsam; die Rechnung schritt ebenso langsam vor, und die Beobachtungen geriethen in einen ernsten Widerstreit mit den auf die Annahme einer weit ausgeschweiften kometenähnlichen Bahn gegründeten Berechnungen. Man sah sich endlich genöthigt, die Idee einer parabolischen Bahn zu verlassen und in einer kreisförmigen Bahn den Weg des neuen Gestirns zu suchen; und ehe noch die vereinten Arbeiten französischer, deutscher und russischer Astronomen den Beweis geliefert hatten, wußte ganz Europa, daß unser Sonnensystem um einen neuen fernen Planeten reicher geworden war.

Daß man über die Gestalt und Naturbeschaffenheit eines so fernen, uns selten über 4 Secunden im Durchmesser erscheinenden Weltkörpers nur geringe Aufschlüsse zu erlangen vermocht hat, ist wol erklärlich. Von seiner Rotation besitzen wir noch keine Kunde, und seine Abplattung, die von Mädler auf $^1/_{10}$ geschätzt wird, ist noch Gegenstand erheblicher Zweifel. Nur seine Monde haben dafür gesorgt, daß es uns auch in dieser Welt nicht an einer Seltsamkeit fehlt, wie sie die Nachbarschaft eines Saturn fast erwarten läßt. Diese Monde, deren sechs bereits von Herschel in den Jahren 1787—94 aufgefunden wurden, während die beiden dem Uranus am nächsten stehenden erst von Lassel im Oktober 1851 entdeckt wurden, sind so außerordentlich klein und lichtschwach, daß mindestens einer von ihnen seit seiner Entdeckung noch von keinem Beobachter wiedergesehen wurde. Nach John Herschel ist eine 300malige Vergrößerung zu ihrer Beobachtung erforderlich und kann einem Fernrohr, das nicht die beiden kleinen Sterne eines Doppelsterns im Steinbock etwa von 16. und 17. Größe deutlich zeigt, von vornherein die Fähigkeit abgesprochen werden, Uranusmonde dem Auge sichtbar zu machen. Sie können sich also wohl denken, daß die Angaben für Abstände und Umlaufszeiten dieser Monde noch keineswegs auf große Sicherheit Anspruch machen können. Ihre Abstände betragen etwa zwischen $7^1/_2$ und 91 Uranusdurchmessern, und ihre Umlaufszeiten bewegen sich zwischen $2^1/_2$ und $107^1/_2$ Tagen. Nur über die Richtung ihrer Bewegungen kann kein Zweifel bestehen; und hier gerade ist es, wo uns eine Eigenthümlichkeit entgegen tritt, die einzig im ganzen Planetensysteme dasteht und mancher geistvollen Theorie über den Ursprung und die Bildungsgeschichte dieser Welten einen empfindlichen Stoß versetzt. Während nämlich sonst alle Planeten und Satelliten sich von West nach Ost bewegen und ihre Bahnen nur unbedeutende Neigungen gegen die Ebene der Ekliptik zeigen, sehen wir die Monde des Uranus in rückläufiger Bewegung von West

Digitized by Google

nach Oſt den Planeten umkreiſen in Bahnen, die faſt ſenkrecht, mindeſtens unter Winkeln von 79° auf der Ekliptik ſtehen. Beſteht nun, wie man doch allen Grund hat anzunehmen, ein Zuſammenhang zwiſchen den Bahnebenen der Satelliten und der Rotation des Hauptplaneten, bezeichnen alſo auch hier wie beim Jupiter und Saturn die Satellitenbahnen nahezu die Lage des Aequators des Planeten, ſo folgt daraus die ſeltſame Forderung, die Rotationsaxe des Uranus faſt in die Ebene der Ekliptik gelegt zu denken. Die Folgen einer ſolchen Stellung müſſen für das phyſiſche Leben dieſes Weltkörpers von ganz wunderbarer Art ſein. Jeder Punkt ſeiner Oberfläche würde im Verlaufe des langen Uranusjahres wenigſtens einmal die Sonne im Zenith ſehen. Der Unterſchied von Jahres- und Tageszeiten würde faſt auf dem ganzen Planeten wegfallen, überall faſt einem 42jährigen Tage eine 42jährige Nacht folgen. Auch der Unterſchied von Klimaten würde damit ſchwinden, denn der Pol würde dieſelbe Wärmemenge von der Sonne empfangen wie der Aequator. Auch für die Monde würde ſich ein ganz eigenthümliches Verhältniß des Lichtwechſels ergeben. Zur Zeit, wo der Uranuspol der Sonne zugekehrt iſt, würde jeder der Monde als Halbmond leuchten, aber ohne irgend eine Ab- oder Zunahme dieſer Phaſe Jahre lang bemerken zu laſſen, und Neu- und Vollmonde würden nur eintreten können, wenn die Sonne ſenkrecht über dem Aequator ſteht, alſo nicht öfter als nach je 42 Erdenjahren. Sie ſehen alſo, wie wenig ein tieferes Eindringen in den Bau unſeres Planetenſyſtems den Gedanken an Eintönigkeit und Gleichförmigkeit aufkommen läßt, und wie wenig wir für die Naturverhältniſſe der Ferne mit einem Maßſtabe ausreichen, den wir von der Erde entlehnten.

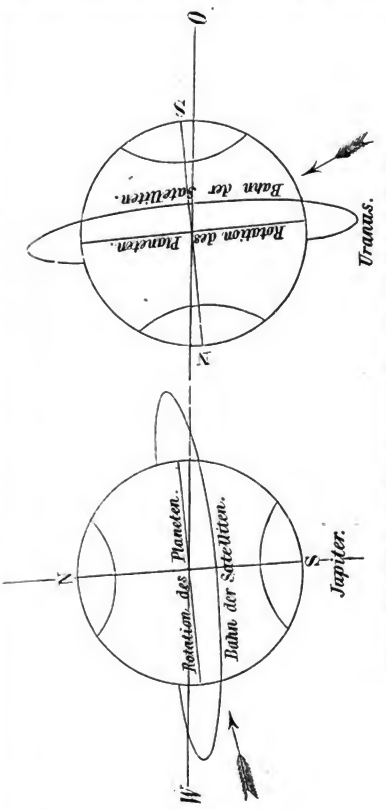


Die Sonnenſcheibe vom Uranus aus geſehen (links) im Verhältniß zu ihrem Anblick von der Erde (rechts).

Aber auch die Zahl der Welten iſt noch immer nicht erſchöpft. Noch einmal rufe ich Sie auf zu einem mächtigen Fluge, noch einmal ſollen Sie 223 Millionen Meilen in den Raum vordringen. Dort, wo das Licht der Sonne nur noch in tauſendfacher Schwächung leuchtet, auch dorthin hat die Wiſſenſchaft ihr Licht ergoſſen. Sie betreten die Stätte einer der erhabenſten und glänzendſten Thaten aller Jahrhunderte, eine Stätte, die geheiligt iſt durch einen der ſtolzeſten Triumphe menſchlichen Denkens.

Die Welt, zu der ich Sie führe, iſt noch dunkel im Vergleich zu denen, die Sie verlaſſen, d. h. dunkel im Sinne der Strahlen der Forſchung, die ſie be-

leuchten. Als Stern achter Größe dem unbewaffneten Auge des irdischen Beobachters nicht sichtbar, zeigt sich der Neptun — denn das ist die neue Welt — selbst im vergrößernden Fernrohr nur als eine Scheibe von 2,7 Sec. im Durchmesser. Dieser scheinbaren Größe entspricht eine wirkliche, die etwa 4, 8mal unsere Erde an Durchmesser und 110mal an Rauminhalt übertrifft. In Betreff seiner Masse schwanken die Angaben noch zwischen $^1/_{14400}$ und $^1/_{19400}$ der Sonnenmasse, so daß er etwa $20^1/_2$mal unsere Erde aufwiegen würde. Seine Dichtigkeit ist danach ungefähr $^2/_9$ der Dichtigkeit der Erde gleich und $1^1/_4$ im Verhältniß zur Dichtigkeit des Wassers. In 164 Jahren 266 Tagen vollendet er seinen Weg um die Sonne, und auf dieser weiten Reise begleitet ihn wahrscheinlich eine ähnliche Mondenschaar wie seine Nachbarn. Einer dieser Monde wenigstens ist mit Sicherheit erkannt worden. Lassell in Liverpool entdeckte ihn mit Hülfe seines großen 20füßigen Newton'schen Reflectors im August 1847, und Struve in Pulkowa und Bond in Cambridge bestätigten diese Entdeckung. Drei Jahre später glaubte Lassell bei 628maliger Vergrößerung einen zweiten Neptunstrabanten aufgefunden zu haben, ohne daß er indeß bis jetzt eine ähnliche Bestätigung erhalten hätte.



Neigung der Satellitenbahnen des Jupiter und Uranus gegen die Ebene der Ekliptik.

Nicht diese Mittheilungen aber, zu denen ich kaum noch etwas Bestimmteres

Digitized by Google

hinzuzufügen wüßte, sind es, für welche ich hier an diesem wichtigen Marksteine unserer Wanderung Ihre Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen will. Die Geschichte der großen Geistesthat, welche zuerst das Auge auf diese ferne Welt lenkte, soll die kurze Zeit ausfüllen, die ich Ihnen zur Rast von Ihrem anstrengenden Fluge gönne.

Vierzig Jahre waren seit der Entdeckung des Uranus verflossen, und der neue Planet hatte auch in den Jahrbüchern der Astronomie seinen ihm zukommenden Platz eingenommen. Man begann allgemach daran zu denken, auch für ihn Tafeln zu entwerfen, wie sie für die übrigen Planeten längst vorhanden waren, die seine Bewegung genau darstellen sollten. An Beobachtungen fehlte es nicht; es war ja sogar namentlich durch Bode's Bemühungen geglückt, ältere unbewußte Beobachtungen desselben Planeten bis in das Jahr 1690 zurück zu verfolgen. Die Beobachtungen umfaßten also auch einen hinreichend großen Zeitraum, so daß man nicht gerade erhebliche Fehler zu fürchten glaubte. Aber die Berechnung dieser Tafeln schien selbst einen so unermüdlichen Rechner wie Bouvard ermüden zu wollen. Es schien unmöglich, eine Uebereinstimmung zwischen den älteren und den neueren Beobachtungen herzustellen; die Tafeln entsprachen entweder den einen oder den andern nicht. Ja, diese Berechnung nahm immer mehr den Charakter einer wahren Sisyphusarbeit an. Kaum waren die Tafeln einige Jahre im Gebrauch, so waren sie schon wieder veraltet, und mit jedem Jahre wuchsen die Abweichungen. Solche Schwierigkeiten konnten aber nur dazu dienen, den Scharfsinn der Astronomen herauszufordern. Wenn auch Einzelne noch wagten, die Gültigkeit der Newton'schen Gravitationsgesetze in jenen der Sonne so fernen Regionen in Zweifel zu ziehen, so erwachte in Andern um so lebendiger der Gedanke an das Dasein einer unbekannten störenden Kraft. Immer klarer und bewußter gestaltete sich diese Ahnung eines fernen neuen Planeten, immer allgemeiner bemächtigte sie sich aller Astronomen. Damit stellte sich der berechnenden Astronomie eine bestimmte Aufgabe. Es galt die Umkehrung des bisherigen Problems der Störungen. Es galt nicht mehr die Größe der Störungen aus der Kenntniß der Bewegungen des störenden Körpers zu ermitteln, sondern umgekehrt die Bahn und Bewegung eines störenden Körpers aus den bekannten Abweichungen der beobachteten Stellungen des Uranus von den unter alleiniger Berücksichtigung der Saturn- und Jupiterstörungen durch Rechnung erhaltenen abzuleiten. Wer diesen kühnen Gedanken, aus so kleinen Abweichungen den Ort eines unbekannten Planeten am Himmel zu berechnen, zuerst gehabt, läßt sich nicht mehr entscheiden. Bouvard äußerte ihn bereits im Jahre 1834, und Bessel sprach ihn in einem Briefe an Humboldt unterm 8. Mai 1840 in sehr bestimmter Gestalt aus. „Ich bin zu der Ueberzeugung gekommen", schrieb er, „daß die vorhandene Theorie oder vielmehr ihre Anwendung auf das in unserer Kenntniß vorhandene Sonnensystem nicht hinreicht, das Räthsel des Uranus zu lösen. Ich meine aber, daß eine Zeit kommen werde, wo man die Auflösung des Räthsels vielleicht in einem neuen Planeten finden werde, dessen Elemente in ihren Wirkungen auf den Uranus erkannt und durch

Digitized by Google

die auf den Saturn bestätigt werden könnten. Daß diese Zeit schon vorhanden sei, bin ich weit entfernt zu behaupten; allein versuchen werde ich jetzt, wie weit die vorhandenen Thatsachen führen können. Es ist dies eine Arbeit, die mich seit so vielen Jahren begleitet, und um derenwillen ich so viele verschiedene Ansichten verfolgt habe, daß ihr Ende mich vorzüglich reizt und daher sobald als irgend möglich herbei geführt werden wird." Aber Bessel sollte dieses Ende nicht erleben. Mitten in seinen geistvollen Arbeiten überraschte ihn jene verhängnißvolle Krankheit, die seinem Leben bereits im Jahre 1845 ein Ende machte.

Das große Problem war jetzt öffentlich aufgestellt, die Göttinger Societät der Wissenschaften hatte es sogar im Jahre 1844 zum Gegenstande einer Preisaufgabe gemacht. Da übernahm, von Arago aufgefordert, Leverrier im Jahre 1845 die schwierige Arbeit. Noch einmal prüfte er die vorhandenen Uranustafeln, noch einmal versuchte er es, durch Verbesserung von Fehlern, durch Einführung neuer, richtigerer Elemente die älteren und neueren Beobachtungen in Einklang zu bringen. Vergeblich; Alles wies unleugbar auf eine unbekannte störende Kraft hin. Jetzt zögerte er nicht länger den unbekannten Planeten selbst aufzusuchen. Er bestimmte unter der Voraussetzung, daß der neue Planet sich in der Ebene der Erdbahn und etwa im doppelten Abstande des Uranus von der Sonne befinde, den Ort dieses Planeten am Himmel. Die Voraussetzungen waren roh, aber sie waren durch die Analogie anderer Planeten und durch das sogenannte Bode'sche Gesetz gerechtfertigt; sie mußten wenigstens eine annähernde Lösung des Problems herbeiführen. Die Resultate entsprachen den Erwartungen, die Widersprüche zwischen den Beobachtungen begannen sich zu verringern. Noch einmal legte Leverrier die verbessernde Hand an seine Rechnungen. Dann trat er am 31. August 1846 in die Sitzung der Pariser Akademie und verkündete mit der Zuversicht eines Propheten den Ort des unbekannten Gestirns am Himmel, die Elemente seiner Bahn, sogar seine Masse und scheinbare Größe. Das ist der Tag der theoretischen Entdeckung dieses Planeten. Seine Existenz war bewiesen, und wenn er auch noch lange, ja vielleicht für immer, seiner Lichtschwäche wegen den Blicken des beobachtenden Astronomen verborgen blieb, für den rechnenden stand er auch unsichtbar am Himmel, er war gezwungen, ihn fortan in den Kreis seiner Betrachtungen zu ziehen.

Aber Leverrier versäumte auch nichts, den unsichtbaren Gegenstand seiner Entdeckung ans Licht zu ziehen. Die günstigste Zeit seiner Sichtbarkeit war gekommen; noch im Laufe des Jahres mußte er gefunden werden, ehe er sich wieder in den Strahlen der Sonne verbergen konnte. Ohne den Erfolg der in Paris bereits begonnenen Nachsuchungen abzuwarten, wandte er sich auch an Galle in Berlin mit der Aufforderung, den Planeten zu suchen. Sie wissen, welchen Antheil die von Bessel angeregten und von der Berliner Akademie herausgegebenen Sternkarten in den letzten Jahrzehnten an der Entdeckung der kleinen Planetoiden gehabt haben. Hier aber feierten sie ihren glänzendsten Triumph. Diejenige Karte, welche die Gegend des Himmels, in welcher der neue Planet sich zeigen sollte, enthielt — es war die Gegend des Steinbocks —

Digitized by Google

war so eben von Bremiker vollendet. Noch an demselben Tage, an welchen Galle den Brief Leverrier's erhielt — es war am 23. September 1846 — verglich er den Himmel mit der Karte, und noch an demselben Abend fand er den gesuchten und verkündigten neuen Planeten nur 1° von dem ihm von Leverrier angewiesenen Orte.

Noch nie hat eine Wissenschaft einen so glänzenden Triumph errungen, wie er der Astronomie hier zu Theil wird. Leverrier hat, wie Arago sagt, das neue Gestirn wahrgenommen, ohne auch nur einen Blick nach dem Himmel zu richten; er hat es mit der Spitze seiner Feder gesehen. Durch die bloße Macht der Rechnung hat er näherungsweise den Ort und die Größe eines Körpers bestimmt, der um Vieles jenseits der damals bekannten Grenzen unseres Sonnensystems liegt, der weiter als 600 Millionen Meilen von der Sonne absteht und auch in unsern mächtigsten Fernröhren kaum eine wirkliche Scheibe zeigt. Es verringert das Verdienst dieser Entdeckung keineswegs, daß die Elemente, auf welche die Rechnung sich gestützt hatte, nicht auch in Zukunft für die Bahn des gefundenen Planeten eine Geltung behaupten konnten. Es schmälert den Ruhm der Entdeckung nicht, daß auch der Zufall seine Hand dabei im Spiele hatte, daß trotz der von der Wahrheit ziemlich weit entfernten Elemente, die der Rechnung zu Grunde gelegt waren, doch der von Leverrier angegebene Ort des neuen Planeten mit der Wirklichkeit in so staunenerregender Weise übereinstimmte.

Aber keine Krone wird auch in der Wissenschaft unbestritten erlangt. Kein großes Ziel stellt sich hier dar, auf das nicht gleichzeitig die Bestrebungen Vieler sich richteten, und keine Wissenschaft entfaltet den Reichthum ihrer Mittel, ohne daß viele Hände danach griffen, sich daraus Waffen zu schmieden für geistige Eroberungen. Jener Gedanke eines unbekannten fernen Weltkörpers und seiner Berechnung aus seinen störenden Wirkungen war, wie Sie wissen, mit innerer Nothwendigkeit auf dem Boden der astronomischen Forschung selbst erwachsen, er war lange vor Leverrier's Entdeckung ein Gemeingut aller Astronomen. Die Mathematik hatte eine so glänzende Höhe erreicht, daß auch Andere als Leverrier mit ihrer Hülfe jenes große Problem für lösbar halten und seine Lösung versuchen mußten. So war es denn in der That ein junger englischer Mathematiker vom John's College in Cambridge, Adams, der bereits im Jahre 1843 dieselbe Aufgabe zu bearbeiten begann. Schon im September 1845 gelangte er zu ähnlichen Resultaten, wie fast ein Jahr später Leverrier. Aber ein unglückliches Geschick waltete über seinen Arbeiten. Airy in Greenwich und Challis in Cambridge, denen er seine Resultate mittheilte, ohne freilich zugleich den Weg, auf dem sie erlangt waren, anzudeuten, schenkten diesen wenig Vertrauen, und die zur Aufsuchung des neuen Gestirns günstige Zeit des Jahres verstrich unbenutzt. Erst als im Juni des folgenden Jahres die erste Berechnung Leverrier's bekannt wurde, erregte die auffallende Uebereinstimmung dieser Resultate mit den von Adams gefundenen die Aufmerksamkeit der englischen Astronomen. Man begann nun in Cambridge Nachsuchungen anzustellen, aber, wie es scheint, abermals lässig und mit geringem Vertrauen auf Erfolg. Erst

Digitized by Google

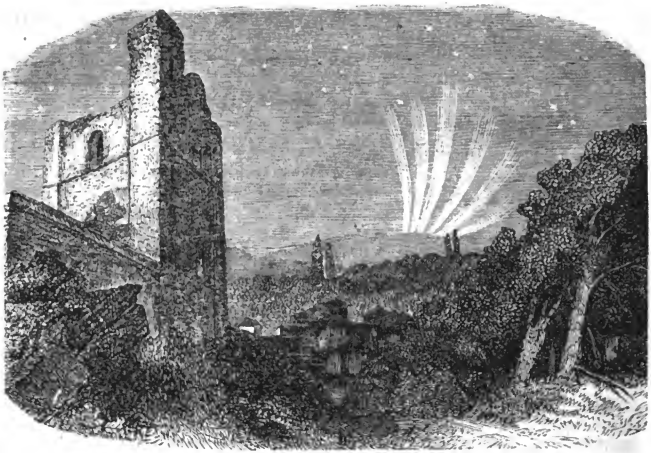
später fand Challis, daß er zweimal bereits im August den neuen Planeten beobachtet hatte, ohne zu wissen, daß er es sei. So ward dem jungen englischen Berechner die Palme des Sieges durch Leverrier entrissen, theils weil er es versäumt hatte, seinem Gedanken auch die That der Entdeckung folgen zu lassen, theils durch die Schuld der englischen Astronomen, bei denen das kühne Unternehmen keine Unterstützung fand. Adams selbst hat in edler Bescheidenheit auf jeden Antheil an dem Ruhme des Entdeckers verzichtet; aber seine Landsleute haben lange Zeit in erbittertem Kampfe versucht, ihm und der Nation wenigstens einen Theil der Ehre zu sichern. Leverrier hat den vollen Preis erlangt auf Grund jenes Rechtes, das in der Geschichte der Wissenschaften alleinige Geltung hat, daß es keinen andern Anspruch auf eine Entdeckung giebt, als den durch die Veröffentlichung erlangten.

In jenem Streite über den Anspruch auf die erste Verkündigung des neuen Planeten verflocht sich auch der Streit über seinen Namen. Schon zur Zeit, als Herschel seinen Uranus entdeckte, war der Vorschlag aufgetaucht und lange mit Heftigkeit verfochten worden, dem neuen Planeten den Namen des Entdeckers beizulegen. Jetzt wiederholte Arago denselben Versuch. Aber jetzt wie damals siegte die astronomische Vorliebe für mythologische Namen. Der neue Planet hat den Namen Neptun erhalten, der, wie es scheint, ursprünglich von Leverrier selbst vorgeschlagen war.

Wir stehen an den Grenzen der uns bekannten planetarischen Welt. Ob es einst gelingen werde, diese Grenzen weiter hinauszurücken, wer will es entscheiden! Vielleicht läßt auch der Neptun einst im Laufe der Beobachtungen Abweichungen erkennen, die auf einen unbekannten störenden Weltkörper hindeuten. Dann wird auch er einen Berechner finden, der prophetisch sein Dasein verkündet und dem Fernrohr den Weg zeigt zu dem Lichtpunkt der fern glimmenden Welt.

Hier, an den Grenzen unserer Heimat, lassen Sie uns noch einen flüchtigen Blick rückwärts werfen auf die verlassenen Welten! Mars, Venus, Erde sind längst erloschen, nur mit Mühe erkennt noch das Auge den Jupiter, Saturn und selbst den nahen Uranus als unbedeutende, kaum sichtbare Lichtpünktchen. Ein blendend weißer Stern ist die Sonne und nur schwache Dämmerung ihr uns sonst so überreich quellendes Licht. Sie wenden sich ab von dieser Oede, vorwärts dem Sternhimmel zu. Hier, meinen Sie, werden sich neue Wunder den entzückten Blicken entfalten. Sehen Sie hin! derselbe Sternhimmel, den Sie von der Erde her kennen, breitet sich auch hier über Ihnen aus, dieselben Sternbilder, die Sie dort alltäglich über Ihrem Haupte hinziehen sahen, wandeln unverändert an Ihnen vorüber! Die ungeheure Entfernung von der Erde bis zum Neptun hat nichts in der Stellung der Fixsterne verschoben, sie war nur ein Schritt gegen die endlose Ferne der Welten. Vier volle Stunden gebrauchte das Licht, um von der Erde hieher zugelangen, aber drei volle Jahre würden selbst für den eilenden Lichtstrahl erforderlich sein, ehe er die nächste jener Welten erreichte! Der Lichtstrahl versagt uns den Dienst; so lassen Sie uns den Gedanken beschwingen, daß er uns in neue Fernen hinaustrage!

Digitized by Google



Der Komet von 1744 im Untergang.

Siebentes Kapitel.

Die Kometen.

Ich beabsichtige keineswegs mit Ihnen sobald schon das Reich unserer Sonne zu verlassen. Noch kennen Sie bei weitem nur den kleinsten Theil der Wunder, die diesen weiten Raum erfüllen. Ich habe Sie ja bisher auf der breiten Heerstraße geführt, die gleichsam von Planet zu Planet die Sonne mit den Grenzen ihrer Herrschaft verknüpft. Sie werden doch nicht glauben, daß dieser schmale Raum am Wege allein von Welten bevölkert sei? Sie werden doch nicht glauben, daß die Natur uns einen ähnlichen Streich gespielt hätte, wie einst jene Günstlinge und Schmeichler der Kaiserin Katharina von Rußland auf ihrer Reise nach der Krim, die aus weiter Ferne Bauern zusammengetrieben hatten und eine Coulissenkultur längs der Straße errichteten, die hinter der Reisenden wieder in Nichts zerfloß? Der Weltraum ist bevölkerter, als es die südrussischen Steppen jemals waren oder sein werden. Ich möchte Sie daher zu Kreuz- und Querflügen durch diesen ungeheuren Raum veranlassen, weit hinaus über den schmalen Gürtel des Thierkreises, der die Planeten umfaßt, aber auch weit hinaus über die Grenzen der Neptunsbahn, so weit als nur immer der Herrscherarm

Digitized by Google

unserer Sonne reicht. Sie sehen, daß ich Recht hatte, zu solchen Streifzügen den Gedanken zu beschwingen.

Abseits von der großen Heerstraße wandelt ein zahlreiches seltsames Völkchen, regellos zerstreut, manchfaltig in Gestalten und Größe, flüchtig in seinem innersten Wesen, launenhaft bald in bedenkliche Nähe zur Sonne sich wagend, bald trotzig in endlose Fernen hinausschweifend. Unter dieses lustige Kometenvölkchen sollen Sie sich jetzt begeben. Da kommt schon der stolze Komet des vorigen Jahres heran; dort wandelt ehrbar der Halley'sche, wie sich brüstend mit dem Ruhm, den er einem der größten Astronomen des vorigen Jahrhunderts eintrug; da zeigen sich auch jene kleinen Kometen Enke's, Biela's, Faye's ꝛc., die in ihren engbegrenzten rundlichen Bahnen sich das Ansehen zu geben scheinen, als wollten sie es den Planetoiden nachmachen, als bildeten sie sich ein, Planeten werden zu können. Fürchten Sie sich nur nicht! Es sind keine Gespenster, keine flammenden Schwerter oder Lanzen oder drohende Zuchtruthen, wie man noch vor ein paar Jahrhunderten glauben konnte, so wenig als es bloße Meteore unserer Atmosphäre nach der Ansicht eines Aristoteles sind. Es sind wirkliche Weltkörper, gesetzliche Glieder unseres Sonnensystems, die in geregelten Bahnen durch jene Räume sich dahin bewegen, die von den ernsteren Planeten leer gelassen werden.

Nicht ohne Grund habe ich Sie gerade an die Grenzen des uns bekannten Sonnensystems geführt, um von hier aus Ihnen den Blick auf die Kometenwelt zu eröffnen. Denn noch ist kaum ein Jahrhundert verflossen, seit der seltsame Gedanke aufgestellt wurde, daß gerade hier erst das eigentliche Reich der Kometen beginne, daß die äußersten Planeten gleichsam schon Mittelstufen, Uebergangsglieder zwischen Planeten und Kometen bildeten. Der letzte Planet und erste Komet, hieß es, könne derjenige genannt werden, der in seiner Sonnennähe den Kreis des ihm nächsten Planeten, vielleicht also des Saturn, durchschnitte. Und diese Theorie, meinte man, sei klärlich erwiesen durch ein vermeintliches Gesetz, nach welchem die Excentricität der Planetenkreise und die Größe und Undichtigkeit der Himmelskörper mit der Entfernung von der Sonne zunehmen. Sie können sich wol denken, daß nur in philosophischen Träumen eine solche Theorie geboren werden konnte; aber Sie werden kaum glauben, daß sie einem der größten Geister des vorigen Jahrhunderts, dem Verfasser der „Kritik der Vernunft" und der „Naturgeschichte des Himmels", dem großen Philosophen in Königsberg, Immanuel Kant, ihren Ursprung verdankte. Sie hätten ihm mindestens eine bessere Kenntniß von den Grundverhältnissen des Weltbaues zugetraut; denn er hätte freilich wissen können, daß gerade der sonnennächste aller Planeten, der Merkur, durch die große Excentricität seiner Bahn den Kometen am meisten sich annähert. Die Entdeckung des Uranus und Neptun haben aber jener vermeintlichen Theorie vollends den Garaus gemacht; denn der äußerste aller uns bis jetzt bekannten Planeten, der Neptun, besitzt nach der sonnennahen Venus die geringste Excentricität, die kreisförmigste aller Planetenbahnen.

Mit den Ansprüchen der Kometen auf eine Verwandtschaft mit den Planeten

Digitized by Google

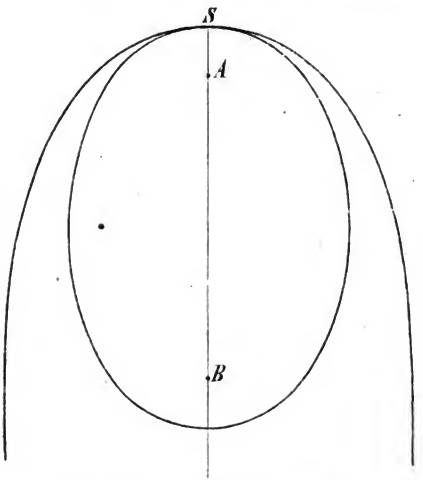
ist es heutzutage übel bestellt. Es gehört gegenwärtig wenigstens eine sehr lebhafte Phantasie dazu, noch an eine allmälige Verwandlung von Planeten in Kometen oder an einen einstmaligen Ursprung der Planeten aus verdichteten Kometen zu glauben. Die Kometen sind zweifellos eben so selbständige und ursprüngliche Formen der geballten Materie als die Planeten. Gleichwol ist manche der Schranken gefallen, die man sonst zwischen Kometen- und Planetennatur ziehen zu müssen glaubte. Während man sich sonst einen Kometen gar nicht anders vorstellen konnte als unter der Form eines nebelumhüllten Kopfes und eines langgestreckten feurigen Schweifes, würde der heutige Astronom gar nicht anstehen, auch ein Gestirn, das weder Schweif noch Dunsthülle besitzt, einen Kometen zu nennen. Seine eigentlichen Charakterzüge liegen in der außerordentlichen Excentricität seiner elliptischen Bahn, in der großen Neigung dieser Bahn gegen die Ebene der Ekliptik und in dem wesentlichen Umstande, daß sie eine oder mehrere Planetenbahnen durchschneidet.

Schon Seneca sprach das ahnungsvolle Wort aus, daß man einst auch die Wege der Kometen, ihre Größe und ihr Wesen enthüllen und erweisen werde. Nach anderthalb Jahrtausenden erst begann dies Wort in Erfüllung zu gehen. Tycho de Brahe war der Erste, welcher zu der Ueberzeugung gelangte, daß die Kometen nicht bloße in der Atmosphäre erzeugte Meteore sein könnten, da sie gleich Sonne, Planeten und Fixsternen an der allgemeinen Umdrehung des Himmels Theil nähmen. Aber auch er vermochte aus seinen Beobachtungen des großen Kometen von 1577 nur zu dem Schlusse zu gelangen, daß er weiter als der Mond von der Erde entfernt sein müsse. Damit waren die Kometen aber noch keineswegs so ganz sicher als Himmelskörper anerkannt; sah doch noch Kepler in ihnen Gebilde, die sich aus Dünsten des Weltraumes erzeugten und in gerader Linie der Sonne zueilten! Ihre Aufnahme unter die gesetzlichen Glieder unserer Weltordnung gehört jüngeren Zeiten an. Der große Komet von 1680, derselbe, den eine phantastische Idee Halley's zum größten Unruh- und Unheilstifter der ganzen Weltgeschichte machte, den er zur Zeit der mosaischen Sündflut, wie der Ogygischen Flut, bei der Zerstörung von Ninive, im trojanischen Kriege und beim Tode Julius Cäsar's erscheinen ließ, derselbe Komet bezeichnet den eigentlichen Anfangspunkt der wissenschaftlichen Kunde von den Kometen. Ein sächsischer Prediger, Georg Dörfel zu Plauen, trat zuerst mit der kühnen Behauptung auf, daß dieser Komet, wie alle Kometen überhaupt, eine geschlossene Bahn um die Sonne beschreibe, und einige Jahre später verwandelte Newton die Behauptung in eine wissenschaftliche Thatsache, indem er die Kometen unter die Herrschaft seines Gravitationsgesetzes stellte und ihren Bahnen die Form langgestreckter Ellipsen zuwies.

Jetzt zum ersten Male konnte der Gedanke aufsteigen, daß ein Komet aus den Tiefen des Weltraumes wiederkehre, daß die Rechnung sogar Jahr und Tag seiner Wiederkehr vorher zu verkünden vermöge. Sie werden freilich fragen: wie ist es möglich, einen Kometen wieder zu erkennen, wenn er zurückkehrt? An seiner äußern Erscheinung schwerlich, das gebe ich zu; denn die Veränderlichkeit

Digitized by Google

seiner Gestalt und Lichtstärke, seines Schweifes, seines Kerns und seiner Dunsthülle ist außerordentlich und macht ihn oft selbst vor unsern Augen in wenigen Tagen völlig unkenntlich. Aber der Astronom besitzt zum Glück andere und sichrere Steckbriefe, mit denen er seine Kometen in die Fernen des Raumes verfolgt, und diese verschafft ihm das Newton'sche Gesetz. Es sind die Bahnelemente. Sie wissen bereits von den Planetenbahnen her, was darunter zu verstehen ist. Hier sind es insbesondere die Neigung der Kometenbahn gegen die Ebene der Ekliptik, die Lage des Durchschnittspunktes beider Ebenen, d. h. sein Abstand von dem Frühlingspunkte oder die Länge des aufsteigenden Knotens, der Abstand des Kometen von der Sonne in seiner Sonnennähe und die Lage dieses Punktes gegen die Ekliptik oder die Länge des Perihels, endlich die Richtung der Bewegung, die von West nach Ost oder von Ost nach West, rechtläufig oder rückläufig vor sich gehen kann. Um sich diese Bahnelemente zu verschaffen, muß der Astronom freilich beobachten können; aber schon drei Beobachtungen genügen ihm. Freilich gewähren diese ihm nur eine parabolische Bahn des Kometen; aber für die kurze Dauer der Sichtbarkeit ist diese ausreichend, da eine sehr langgestreckte Ellipse und eine Parabel mit demselben Brennpunkte und demselben Scheitelpunkt erst in großer Entfernung von ihrem gemeinschaftlichen Scheitel merklich auseinander gehen. Erscheint nun ein neuer Komet, so vergleicht der Astronom sein Signalement mit dem früher beobachteten Kometen. Zeigt sich eine nahe Uebereinstimmung zwischen den Bahnelementen zweier zu verschiedenen Zeiten erschienenen Kometen, so kann der Astronom mit ziemlicher Gewißheit schließen, daß er es mit einem einzigen Gestirn zu thun hat. Ist ihm eine längere Zeit der Beobachtung gestattet, so kann er auch die Bahn des neuen Kometen berechnen, aus dieser seine Umlaufszeit und endlich aus der Umlaufszeit die Stunde der Wiederkehr ableiten.



Parabel und Ellipse mit gleicher Brennweite.

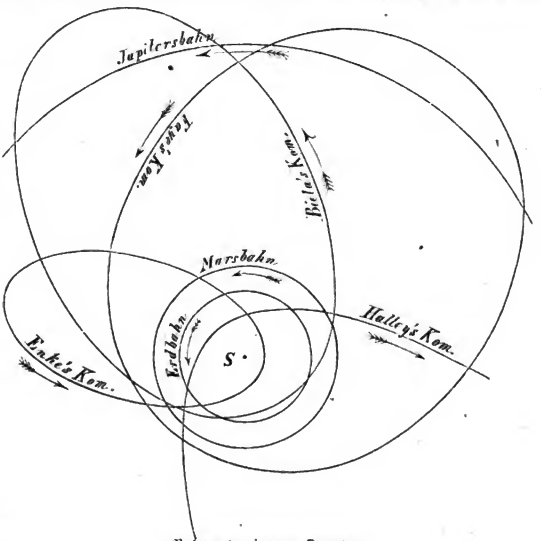
Digitized by Google

Der Erste, der in dieser Weise eine Anwendung von der Newton'schen Theorie auf die Kometen machte, war Halley zu Anfang des vorigen Jahrhunderts. Er berechnete bereits 24 Kometenbahnen und kam dabei zu dem wichtigen Ergebniß, daß drei dieser berechneten Bahnen so nahe mit einander übereinstimmten, daß sie lediglich nur als die Bahnen eines und desselben zu drei verschiedenen Malen wiedergekehrten Kometen gelten konnten. Er kündigte daher die Wiederkehr dieses Kometen, dessen Umlaufszeit er auf 75 — 76 Jahre berechnet hatte, auf das Ende des Jahres 1758 oder Anfang 1759 an. Natürlich konnte diese Vorhersagnug nur eine sehr unbestimmte sein, da es Halley zu seiner Zeit noch unmöglich war, den Betrag der Störungen genau zu ermitteln. Die Lösung dieser schwierigen Aufgabe übernahm der französische Mathematiker Clairaut, und eine gelehrte Frau, Madame Lepaute, unterstützte ihn dabei. Sechs volle Monate rechneten beide ununterbrochen, um die Zeit der Wiederkehr des Kometen mit Rücksicht auf die störenden Einflüsse der Jupiter- und Saturnanziehungen genau festzustellen. Sie fanden, daß durch diese Störungen eine Verzögerung des Kometen gegen seinen früheren Lauf um 618 Tage erfolgen, und daß der Komet daher wahrscheinlich erst am 13. April 1759 in seine Sonnennähe eintreten werde, wiewol sie auch hierbei eine Ungewißheit von etwa 30 Tagen nicht in Abrede stellen konnten. Alle Welt war im Jahre 1758, welches den Kometen in seiner Annäherung zur Sonne zuerst sichtbar machen mußte, gespannt, ob die Prophezeiung des längst gestorbenen großen Astronomen sich erfüllen werde. Ein Dilettant der Astronomie, der sächsische Landmann Palitzsch zu Prohlis bei Dresden, war es, der ihn mit seinem Fernrohre am 15. Dezember 1758 zuerst erblickte. Bald konnte man sich allgemein von der Erfüllung der Halley'schen Vorhersagung überzeugen; denn der Komet erschien wirklich in den im Voraus bestimmten Sternbildern und erreichte seine Sonnennähe am 12. März 1759, also innerhalb der angedeuteten Grenzen der Rechnung. Seitdem ist dieser Komet in den Jahren 1835 und 1836 bereits wieder erschienen und hat mehr wie je die astronomische Rechnung glänzend bestätigt. Der Unterschied zwischen dem berechneten und wirklichen Eintritt des Kometen in die Sonnennähe betrug damals nur 3 Tage, eine verschwindende Größe im Vergleich zu der 76jährigen Umlaufszeit und den zahlreichen Störungen eines Laufes durch 700 Millionen Meilen mitten zwischen den gewaltigsten Welten unseres Planetensystems!

Nicht lange nach Halley's großer That sollte die Wissenschaft auf dem Gebiete der Kometenforschung neue Triumphe feiern. Im Jahre 1770 entdeckte Messier einen Kometen, der lange genug am Himmel sichtbar blieb, um seine Bahnelemente mit großer Genauigkeit festzustellen. Zum ersten Male trat der Fall ein, daß die parabolischen Elemente mit den beobachteten Oertern des Kometen nicht übereinstimmten, daß man also eine wirkliche Ellipse für seine Bahn berechnen mußte. Lexell berechnete diese Ellipse und fand, daß die große Axe derselben nicht mehr als dreimal den Durchmesser der Erdbahn übertraf, daß der Komet also in 5 Jahren und 6—7 Monaten seinen Umlauf um die Sonne

Digitized by Google

vollenden mußte. Man wunderte sich freilich darüber, daß ein Komet von so kurzer Umlaufszeit nicht bereits früher gesehen worden sei, und als er vollends zur berechneten Zeit nicht wieder erschien, nannte man ihn spottweise „Lexell's verlorenen Kometen". Aber die Wissenschaft wies nun nach, daß diese kurze Bahn dem Kometen erst neuerdings gegeben war, als er am 27. Mai 1767 dem Jupiter so nahe kam, daß dessen mächtige Anziehung ihn im Laufe hemmte. Allerdings war er der Rechnung nach im Jahre 1776 noch einmal zur Sonne zurückgekehrt, und man würde ihn gesehen haben, wenn er nicht zur günstigsten Zeit hinter der Sonne und zugleich in einem Abstande von 40 Millionen Meilen von der Erde gestanden hätte. Aber das Ueberraschendste war, daß die Rechnung jenen Spott in wirklichen Ernst verwandelte, daß sie ihn wirklich als einen „verlorenen Kometen" erwies. Bei seiner abermaligen Rückkehr auf seiner neuen Bahn mußte der Komet nämlich dem Jupiter wiederum so nahe gekommen sein, daß er sogar zwischen ihm und seinen Monden hindurch gegangen war, so daß die Anziehung desselben die eben erst erhaltene Bahn abermals umgewandelt hatte und zwar in eine langgestreckte Ellipse, die ihm nicht gestattete, jemals auch nur den Abstand der Ceres von der Erde zu erreichen.



Bahnen der inneren Kometen.

Einem Phantome gleich war dieser kaum für die Wissenschaft eroberte Komet den Gesetzen des Himmels zufolge in den Raum entschwunden, in den Köpfen der großen Menge mehr eine Saat des Aberglaubens als des Ver-

Digitized by Google

trauens zurücklassend. Dem 19. Jahrhundert war es beschieden, Kometen von kurzer Umlaufszeit zu entdecken, durch deren regelmäßige Wiederkehr der wankend gewordene Glaube an die Macht der Rechnung über die Kometenwelt wieder hergestellt wurde. Pons in Marseille entdeckte am 26. Nov. 1818 einen Kometen, dessen Umlaufszeit Enke auf nicht mehr als 1204 Tage oder $3^3/_{10}$ Jahre berechnete, und es war ein seltener Triumph der Wissenschaft, daß schon die erste Wiederkehr dieses kleinen Kometen im Jahre 1822 fast genau zur berechneten Zeit und am berechneten Orte eintraf. Dem Enke'schen Kometen schloß sich im Jahre 1826 der vom Hauptmann Biela in Josephstadt in Böhmen entdeckte Komet an, dessen Umlaufszeit von Gambart auf $6^3/_4$ Jahr berechnet und durch wiederholte Wiederkehr bestätigt wurde. Faye in Paris entdeckte am 23. Nov. 1843 einen dritten Kometen mit der kurzen Umlaufszeit von $7^1/_2$ Jahren, der am 7. Sept. 1848 von Bruhns in Berlin wieder aufgefunden wurde. Einen andern Kometen entdeckte der Pater de Vico in Rom im J. 1844. Der Berechnung nach mußte dieser in $5^1/_2$ Jahren seinen Umlauf vollenden; aber leider ist es weder im J. 1850 noch 1855 gelungen, ihn bei seiner Wiederkehr zu beobachten. Glücklicher ist man in Betreff eines fünften Kometen gewesen, der von Brorsen in Kiel am 26. Febr. 1846 entdeckt wurde, dessen Umlaufszeit gleichfalls auf $5^1/_2$ Jahre berechnet wurde, und der auch in der That am 18. März 1857 wieder aufgefunden wurde. Ebenso ist der von d'Arrest in Leipzig am 27. Juni 1851 entdeckte Komet mit einer Umlaufszeit von $6^1/_2$ Jahren im Dezember 1857 am Kap der guten Hoffnung wieder beobachtet worden. Endlich hat das Jahr 1858 zwei neue Kometen mit kurzer Umlaufszeit gebracht, den von Tuttle am 4. und von Bruhns am 11. Januar entdeckten Kometen mit einer Periode von $13^6/_{10}$ Jahren und den von Winneke in Bonn am 8. März entdeckten mit einer berechneten Umlaufszeit von $5^1/_2$ Jahren.

Diese sogenannten inneren Kometen, deren Bahnen noch von der äußersten der uns bekannten Planetenbahnen umschlossen werden, bilden natürlich nur einen sehr kleinen Theil von der Gesammtheit der im Weltenraume überhaupt vorhandenen Kometen, die nach allen Richtungen hin das Gebiet des Sonnensystems durchschwärmen. Man hat nach den Grundsätzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung, also unter der Annahme einer gleichmäßigen Vertheilung der Bahnen, der Grenzen und der Sonnennähe versucht, nur annähernd die Zahl der Kometen zu schätzen, und immer hat die Schätzung auf viele Tausende geführt. Nur ein kleiner Theil von ihnen kann uns überhaupt sichtbar werden, da selbst das am schärfsten bewaffnete Auge nur noch für diejenigen ausreicht, die innerhalb der Marsbahn ihre größte Nähe zur Sonne erreichen. Auch die Mangelhaftigkeit früherer Beobachtungen hat einen bedeutenden Antheil an der geringen Zahl bekannter Kometen. Die Geschichte berichtet nur von etwas über 400 mit bloßen Augen gesehenen Kometen, die natürlich gegen die teleskopisch sichtbaren verschwinden müssen. Ein Jahrhundert bringt durchschnittlich nicht mehr als 16 dem unbewaffneten Auge erkennbare Kometen, das kometenreichste, das 16., deren 23, das gegenwärtige bisher 10. Bisweilen vergehen 30 — 40

Digitized by Google

Jahre, ohne daß ein Komet dem bloßen Auge am Himmel erscheint. Das Teleskop entdeckt dagegen in neuerer Zeit alljährlich 3—4, im Jahre 1846 sogar 8 kleine Kometen.

Ganz so steht es mit der Berechnung der Kometenbahnen. Sie wissen, daß seit einer kurzen Zeit es überhaupt erst möglich geworden ist, Kometen in den Bereich der Rechnung zu ziehen. Die wenigsten gestatten überdies eine genügende Zahl von Beobachtungen und nöthigen, sich auf parabolische Bahnbestimmungen zu beschränken, die doch nur für ein kleines Bahnstück Geltung haben und keine Wiederkehr voraussehen lassen. Von 197 bis zum Jahre 1853 berechneten Kometenerscheinungen haben nur 46 gestattet, elliptische Elemente zu berechnen. Aber auch bei diesen ist die Verkündigung einer Wiederkehr mit großen Schwierigkeiten verknüpft. Die meisten von ihnen halten sich keineswegs in einer solchen Nähe, daß sich ihre Umlaufszeit auf Jahre, ja selbst auf Jahrhunderte mit einiger Wahrscheinlichkeit bestimmen ließe. Nur fünf unter diesen

Komet von 1811.

berechneten Kometen besitzen eine Umlaufszeit, die zwischen 69 und 75 Jahren liegt. Andere deuten auf Hunderte und Tausende von Jahren hin, die bis zur Zeit ihrer Wiederkehr verstreichen müssen. Der große Komet von 1769 besitzt nach Bessel's Berechnung eine Umlaufszeit von 2090 Jahren. Der bewunderte Komet des vorigen Jahres, der Donati'sche, durchläuft seine Bahn nach der Berechnung von Bruhns in 2102 Jahren. Sie können sich denken, welche ungeheure Strecke er zu durchmessen hat, und welche Contraste dadurch für seine Bewegung wie für seine Naturverhältnisse bedingt werden. Der flüchtigste Planet erscheint ernst, bedächtig gegen einen solchen Kometen, der in seiner Sonnennähe mit einer Geschwindigkeit von $7^6/_{10}$ Meilen in jeder Secunde dahinschießt und in seiner Sonnenferne nur durch 320 Fuß in der Secunde fortschleicht, der sich einmal bis auf $11^9/_{10}$ Mill. Meilen, also fast den halben Abstand unserer Erde, der Sonne nähert, dann wieder auf 6800 Mill. Meilen, also den 11maligen Abstand des

Digitized by Google

Neptun in den Raum hinausfliegt, dem einmal die Sonnenscheibe fast dreimal so groß als uns und dann wieder kaum im Durchmesser von 6 Secunden, also kaum in der Größe der Merkur- oder Marsscheibe erscheint. Und das sind bei weitem noch nicht die großartigsten Contraste, welche die Kometenwelt mit ihren weitgeschweiften Bahnen darbietet. Der berühmte Komet von 1811 braucht 3065 Jahre, um seinen Lauf um die Sonne zu vollenden. Der schöne Komet von 1825, der sogenannte Stier-Komet, hat eine Umlaufszeit von 4386 Jahren. Jener Komet von 1680, dem Halley alles Unheil in der Weltgeschichte aufbürden wollte, durchwandert seine Bahn nach den Berechnungen Enke's in 8814 Jahren, also in einem Zeitraume, der weit über die Grenzen unserer ganzen Weltgeschichte hinausgeht. Seine Unheilsbestimmung scheint überhaupt viel eher für den Himmel und für ihn selbst als unsere kleine Erde Bedeutung zu haben. Denn er ist es, der unter allen bekannten Kometen in die gefährlichste Nähe zur Sonne kommt, der sich bei seinem letzten Erscheinen dem Sonnenmittelpunkt bis auf 128,000 Meilen näherte, um dann freilich wieder auf 17,700 Millionen Meilen in die Ferne zu wandern. Im Jahre 1844 ward endlich zu Paris ein Komet entdeckt, dessen Bahnelemente nach der Berechnung von Plantamour auf eine Umlaufszeit von mehr als 100,000 Jahren schließen lassen. Und auch das ist noch nicht die größte Zahl, auf welche die Rechnung in der Kometenwelt geführt hat. Es giebt Kometen, deren Rückkehr nach der Berechnung erst nach vielen hunderttausend Jahren zu erwarten ist, die also fast in Fernen hinausschweifen, in die, wie Sie sehen werden, der Astronom sich berechtigt glaubt, die nächsten Fixsterne zu setzen.

Ich habe Sie wohl nicht mehr darauf aufmerksam zu machen, daß solche Berechnungen auf keine große Genauigkeit Anspruch machen können. Ein Fehler von 200—300 Jahren ist schon bei einem Kometen, wie dem Donati'schen, selbst wenn allein auf die Störungen der Planeten, die seinen Weg kreuzen, Rücksicht genommen wird, eine sehr wahrscheinliche Größe. Sie werden aber nun auch einsehen, welche Ungerechtigkeit es ist, wenn man den Astronomen verwirft, wie es in der That noch im Jahre 1843 und selbst im vorigen Jahre geschehen ist, daß sie sich durch einen der schönsten Kometen überraschen ließen, wenn man von ihnen verlangt, daß sie den Ort und die Zeit eines wiedererscheinenden Kometen mit derselben Sicherheit vorherbestimmen sollen, wie Ort und Zeit eines Planeten. In Betreff der Planetenörter läßt sich ein Astronom nicht gern Irrthümer zu schulden kommen. Sie wissen ja, daß die Unruhe über solche vermeintliche Fehler, die man bei den Beobachtungen des Uranus gemacht zu haben fürchtete, zu der schönsten Entdeckung unsers Jahrhunderts geführt hat. Aber gerade diese Entdeckung eines noch nie gesehenen Weltkörpers durch die bloße Kunst der Berechnung hat man namentlich bei der letzten, wie es scheint, unglücklich ausgefallenen Prophezeiung der Wiederkehr des Kometen Karl's V. zum Vorwand genommen, von den Astronomen die Entfaltung einer ähnlichen Geschicklichkeit in Betreff der Kometenprophezeiungen zu verlangen. Das Erscheinen eines Weltkörpers vorherzusagen, den man noch nie gesehen hat, der aber auch noch nicht einmal die geringste Spur einer Wirkung gezeigt hat, das, werden

Digitized by Google

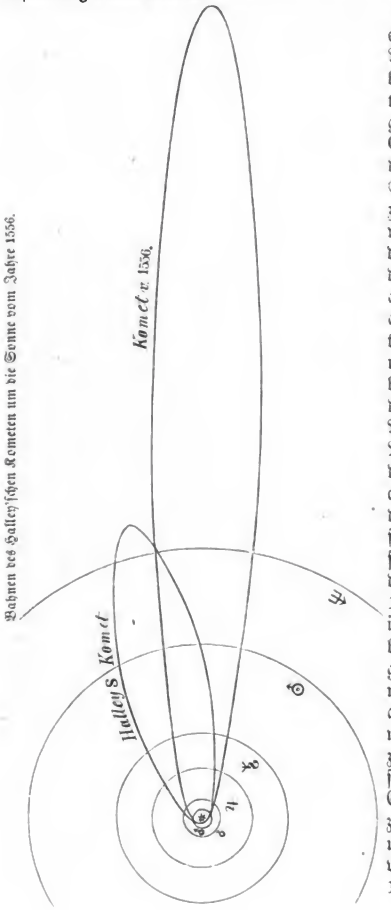
Sie zugeben, ist eine Unmöglichkeit, wäre Zauberei! Jener berechnete Planet, der Neptun, auf den man sich beruft, war keineswegs so ganz unbekannt; seine Wirkungen waren erkennbar in den durch 2000jährige Beobachtungen genau bekannten Bewegungen der übrigen Planeten. Für die Kometen ist eine solche Bekanntschaft nicht zu erwarten. Sie stehen nicht alltäglich am Himmel, wie die Planeten; mancher von ihnen kehrt nach Jahrhunderten und Jahrtausenden erst wieder, und wenn er erscheint, entzieht er sich den Augen des Astronomen oft schon nach wenigen Tagen und Wochen wieder. In Wochen aber vollbringt man nicht die Arbeit von Jahrtausenden. Was man berechnen soll, muß man beobachtet haben; beobachtet aber werden die Kometen wenigstens in Europa erst seit kaum 400 Jahren; gesehen hat man sie vor Jahrtausenden, aber leider nur mit den Augen des Wahns.

Daß man trotz so mangelhaften Beobachtungen es gelernt hat, Kometen vorher zu verkündigen, und zwar mit Glück und bewunderungswürdiger Sicherheit, das hat die letzte Erscheinung des Halley'schen Kometen bewiesen. Daß man aber niemals Minute und Stunde, selten selbst Tag und Jahr einer solchen Wiederkehr anzugeben vermag, das liegt in dem launenhaften, unselbständigen Charakter dieser Himmelswanderer. Auf ihrem weiten Wege begegnen sie einer Menge von Planeten, und von jedem lassen sie sich aufhalten oder vorwärts treiben, rechts oder links ablenken. Sie wissen zwar, daß auch die Planeten ihre Störungen durch einander erleiden; aber diese Störungen sind nur äußerst klein, überdies vorübergehend und in bestimmte Perioden abgeschlossen. Bei den Kometenstörungen ist der Astronom wegen der unvollkommenen Rechnungsmethoden noch nicht einmal im Stande, ihre Größe allgemein für einen längern Zeitraum anzugeben, sondern er muß sie von 20 zu 20 Tagen durch den ganzen Lauf des Kometen und für jeden einzelnen Planeten verfolgen. Dies erfordert für ein einziges Jahrhundert die Zahl von 20,000 der schwierigsten Rechnungen, eine Arbeit, welche die halbe Lebenszeit des geschicktesten Rechners in Anspruch nehmen würde. Wundern Sie sich also nicht, daß erst für wenige Kometen eine solche Rechnung ausgeführt worden ist! Dazu kommt, daß die Störungen bei den Kometen nicht wie bei den Planeten nur innerhalb gewisser Grenzen ab- und zunehmen, — Sie wissen, daß darauf die Stabilität unseres in parallelen Bahnen und fast gleichen Ebenen sich bewegenden Planetensystems beruht, — sondern so weit anwachsen können, daß sie allmälig eine vollkommene Umgestaltung der Kometenbahn bewirken und den Kometen sogar für immer aus dem Bereiche unserer Beobachtung entrücken können, wie es in Betreff des Lexell'schen Kometen ja bereits erweislich geschehen ist.

Daß es also auch unglückliche Kometenprophezeiungen geben kann, darf bei dieser Kenntniß der Sachlage Niemand befremden. Fehlerhafte Beobachtungen, die der Rechnung zu Grunde gelegt wurden, oder unberechenbare Störungen, welche jedes Resultat vereiteln, können hier sehr leicht zu einer falschen Prophezeiung führen. So werden Sie sich auch das Ausbleiben jenes Kometen erklären, der, von der Wissenschaft angekündigt, seit dem Jahre 1848 bereits nicht

Digitized by Google

von der Wissenschaft allein, sondern selbst von der großen Menge mit großer Spannung erwartet wird.



Am 1. März des Jahres 1556 erblickte der bekannte Wiener Astronom Fabricius im Sternbild der Jungfrau einen Kometen, der allerdings nicht zu den glänzendsten seines wunderbaren Geschlechts gehörte, doch im Kern die Größe des Jupiter und einen Schweif von vier Grad Länge zeigte. Es war derselbe Komet, welcher, wie die Geschichte meldet, den Kaiser Karl V. zur Niederlegung seiner Kaiserkrone veranlaßte. Halley berechnete später aus den sorgfältigen Beobachtungen dieses Astronomen, die uns leider nicht vollständig aufbewahrt sind, die Bahnelemente des Kometen. Als der englische Astronom Dunthorne in der Mitte des vorigen Jahrhunderts diese Beobachtungen mit den chinesischen früherer Jahrhunderte verglich, fand er eine auffallende Uebereinstimmung zwischen seinen Bahnelementen und denen eines im Juli des Jahres 1264 in China beobachteten und in Europa durch den Tod Urban's IV., den man ihm schuld gab, historisch gewordenen Kometen, der zu den prachtvollsten aller Zeiten gehörte. Sie wissen, was solch eine Uebereinstimmung zu bedeuten hat, und Dunthorne sprach es aus. Er erklärte beide Erscheinungen für die eines einzigen Gestirns, das seinen Umlauf um die Sonne in 292 Jahren vollende und darum im Jahre 1848 wiedererscheinen werde. In

Digitized by Google

der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts nahm der französische Astronom Pingré die Arbeiten Dunthorne's wieder auf. Eine Menge neu aufgefundener Notizen über jenen Kometen gab seinen Berechnungen größere Sicherheit, und er fand nicht nur die früheren Resultate bestätigt, sondern bemerkte auch eine große Uebereinstimmung der Bahnelemente zwischen den Kometen des Jahres 1264 und 1556 und einem im Jahre 975 erschienenen Kometen, der seitdem gleichfalls für eine frühere Erscheinung desselben Gestirns gelten mußte. In neuerer Zeit sind von Hind in London und besonders von dem holländischen Astronomen Bomme in Middelburg sorgfältige Berechnungen dieses Kometen ausgeführt worden, und letzterer hat sogar die wichtigen Planetenstörungen in seine Rechnung aufgenommen. Als Resultat dieser mühevollen und weitläufigen Arbeit hat sich ergeben, daß der Komet unter der alleinigen Einwirkung der Sonne seinen Umlauf in 308 Jahren vollenden würde, daß aber diese Zeit durch die Planetenstörungen zwischen den Jahren 1264 und 1556 um 16 Jahre verkürzt wurde, während der gegenwärtige Umlauf sich nur um 6 Jahre verkürzen werde, so daß der Komet bereits nach 302 Jahren, also im August des Jahres 1858 wiedererscheinen müsse. Sie wissen, daß sich auch diese Vorhersagung nicht erfüllt hat. Allerdings wurde schon von Hind bei der geringen Genauigkeit der früheren Beobachtungen für das Resultat Bomme's trotz seiner bewunderungswürdigen Rechnungen eine Unsicherheit von mindestens zwei Jahren geltend gemacht, so daß die Rückkehr des Kometen noch bis zum Ende des Jahres 1860 erwartet werden könnte. Aber Sie müssen noch ferner bedenken, daß dies Alles überhaupt nur Gültigkeit hat, wenn die bisher vermuthete Identität der beiden Kometen von 1264 und 1556 in Wirklichkeit besteht. Allein auch diese Vermuthung ist in neuester Zeit bedeutend erschüttert worden. Einerseits sind von Littrow in Wien alte, bisher unbekannte Beobachtungen des Kometen von 1556 aufgefunden worden, andererseits hat Hook die alten, namentlich chinesischen Beobachtungen des Kometen von 1264 genau untersucht, und es hat sich daraus eine größere Verschiedenheit beider Bahnen ergeben, als man ursprünglich angenommen. Die Wahrscheinlichkeit einer Wiederkehr jenes Kometen ist damit bedeutend vermindert.

Ich habe Sie einmal einen Blick in die Geschichte und das Wesen einer astronomischen Prophezeiung werfen lassen. In halb vermoderten europäischen und halb unverständlichen chinesischen Urkunden findet der Astronom Mittel, einen Weltkörper weit über die Grenzen der Neptunsbahn, die der berühmte Halley'sche Komet kaum überschreitet, in eine 1800 Millionen Meilen weite Ferne zu verfolgen. Er schlägt das Gesetzbuch des Himmels auf und erforscht daraus die Störungen, welche dieser ferne Wanderer im Laufe von drei Jahrhunderten erleidet. Stolz auf die Sicherheit seiner Rechnungen, kennt er doch die Unsicherheit der überlieferten Beobachtungen, und mit wissenschaftlicher Bescheidenheit setzt er danach seiner Prophezeiung Grenzen.

Nicht von den Astronomen also konnte jene wahnsinnige Prophezeiung ausgehen, welche vor zwei Jahren über Millionen Köpfe der gebildetsten Länder Europas die heilloseste Verwirrung brachte. Irgend ein müßiger Kopf war es,

Digitized by Google

der sich den unzeitigen Spaß gemacht hatte, gerade den 13. Juni 1857 als Tag der Wiederkehr jenes Kometen von 1556 anzugeben und einige nichtige, den Geist der Menge bethörende Voraussetzungen von einem durch ihn drohenden Weltuntergang damit in Verbindung zu bringen. Sie wissen, daß er leider nur zu viel Gläubige für diesen Unsinn fand. Es war, als ob plötzlich ein finsteres Gespenst des Mittelalters zum Schrecken aller wahrhaft Gebildeten und zur Schmach unseres aufgeklärten Jahrhunderts mitten unter uns auftauchte. Und doch war es nur das Symptom einer tiefer liegenden Krankheit. Es giebt kaum ein deutlicher redendes Zeichen für den sitten- und geistverderbenden Einfluß jenes frömmelnden Regiments, das damals über dem Staate Friedrich's des Großen, über dem Staate der Intelligenz waltete. Durfte man doch in den Tagen des 13. Juni „frommen" Leuten gegenüber nicht einmal wagen, über einen so lächerlichen Aberglauben zu spotten, weil — der Untergang der Welt ein christliches Dogma sei!

Ich denke nicht gern an jene düstere Zeit zurück, über die noch nach Menschenaltern jeder echte Patriot erröthen wird. Ein Blick in die Himmelsräume ist wohlthuender. Da sehen Sie nun diese furchtbaren, wundersamen Kometenschweife ausgestreckt, die so oft das Staunen der schauenden Menge und ihre abergläubische Furcht erregten. In älteren Zeiten konnte man sich einen Kometen gar nicht ohne diesen Schweif oder Besen, wie die Chinesen sagen, denken. Aber doch haben nicht alle Kometen Schweife. Die merkwürdigen Kometen von 1585, 1665, der Halley'sche Komet bei seiner fünften Erscheinung im Jahre 1682 und der Komet von 1763 zeigten keine Spur eines Schweifes. Auch der Enke'sche Komet erscheint bekanntlich stets nur in der Gestalt einer runden Scheibe oder verschwommenen Nebelmasse. Daraus erklärt sich auch, daß man bei der Entdeckung neuer Planeten, wie des Uranus und der Ceres, anfangs zweifeln konnte, ob man sie nicht für Kometen halten sollte. Andere Kometen dagegen entwickeln furchtbar prächtige Schweife. Der des Kometen von 1843 erreichte eine Länge von 60°, der Komet von 1769 zeigte einen Schweif von 97° und der von 1618 sogar einen von 104° Länge. Bisweilen sind sogar mehrere, gänzlich von einander gesonderte Schweife vorhanden. So hatte der seltsame Komet von 1744 am 7. und 8. März sechs durch dunkle Zwischenräume getrennte Schweife, deren jeder eine Breite von etwa 4° und eine Länge von 30—44° besaß und scharfe und helle Ränder zeigte. Auch der in Neuholland beobachtete Komet von 1825 hatte fünf Schweife, deren Strahlen einander kreuzten. Der doppeltgeschweifte Komet von 1823 zeigte die eigenthümliche Erscheinung, daß die beiden Schweife einen stumpfen Winkel von etwa 160° mit einander bildeten, so daß der eine Schweif also fast der Sonne zugekehrt war. Meist entwickeln sich die Schweife erst mit der Annäherung der Kometen zur Sonne. So erschien auch der Donati'sche Komet des vorigen Jahres anfangs völlig schweiflos. Zur Zeit seiner Entdeckung, am 2. Juni, erschien er als eine äußerst lichtschwache, verwaschene Nebelmasse von 1—2 Minuten Durchmesser, in seiner Lichtstärke kaum einen Stern zehnter bis elfter Größe erreichend. Als

Digitized by Google

er am 28. August auch an unserem nordischen Himmel mit bloßen Augen sichtbar ward und sein Kern bereits die Helligkeit eines Sternes fünfter bis sechster Größe besaß, war von seinem Schweife noch kaum eine Spur zu erkennen. Dann erst begann er sein wunderbares Wachsthum zu entwickeln. In wenigen Tagen hatte er den Glanz der Sterne vierter Größe erreicht und Ende September wetteiferte er mit den glänzendsten Sternen des Fixsternhimmels und sein Schweif war auf eine Länge von 18^0 angewachsen. Auf welch ungeheure Räume läßt das schließen! Nach seiner Entfernung geschätzt, maß der Schweif jenes Kometen damals in Wirklichkeit $5^1/_2$ Millionen Meilen; — freilich will das nicht viel sagen gegen den Schweif des Kometen von 1843, dessen Ausdehnung auf $32^1/_2$ Millionen Meilen bei einer Breite von 718,000 Meilen geschätzt wurde! Einen ähnlichen Wechsel in Gestalt und Aussehen bieten viele Kometen auch bei ihrem Verschwinden dar. Kein Komet aber ist so geeignet, die ganze Manchfaltigkeit der Erscheinungen, die theils durch die verschiedenen Stellungen des Kometen gegen Erde und Sonne, theils wol durch wirkliche Veränderungen in den Dichtigkeitsverhältnissen des Kerns und der Nebelhülle, in Ausdehnung und Richtung des Schweifes bedingt werden, überschauen zu lassen, wie der Halley'sche, schon um seiner meist sehr lange andauernden Sichtbarkeit willen. In dem langgeschweiften Kometen, als welchen er sich am 28. Oktober 1835 dem bloßen Auge zeigte, und dem kugelförmigen Nebelfleck, als der er am 3. Mai 1836 verschwand, werden Sie schwerlich ohne Weiteres Formen eines und desselben Weltkörpers erkennen.

Anblick des Halley'schen Kometen mit bloßem Auge am 28. Oktober 1835.

Sie wissen, daß die Kometenschweife stets von der Sonne abgewandt sind. Die Chinesen wußten das bereits vor tausend Jahren; bei uns wurde diese Bemerkung zuerst im Jahre 1531 von Peter Apianus gemacht. Ganz buchstäblich dürfen Sie das indeß nicht nehmen. Fast niemals fällt die Linie, welche Komet und Sonne verbindet, genau mit der Richtung des Schweifes zusammen. Die Abweichung ist sogar bisweilen so bedeutend, daß der Schweif fast einen rechten Winkel mit der Richtung zur Sonne bildet. Im Allgemeinen weicht der Schweif nach derjenigen Richtung hin ab, aus welcher der Komet herkommt, und er zeigt sich denn auch nach dieser Seite hin schärfer begrenzt und heller als nach der entgegengesetzten. Ferner wird die Zurückbeugung stets um so größer, je weiter vom Kopfe entfernte Punkte des Schweifes man betrachtet, so daß dadurch eine Krümmung des Schweifes entsteht, die bei dem Kometen von 1744 einen solchen Grad erreichte, daß sein Schweif die Form eines Viertelkreisbogens annahm. Sie sehen, daß sich das Alles gerade so zeigt, als ob die Materie des Schweifes bei der

Digitized by Google

Fortbewegung in einem gasförmigen Mittel mehr Widerstand erlitte als der Kern. Eine solche Erklärung ist in der That versucht worden. Man hat sich dabei zugleich auf die merkwürdige Beobachtung gestützt, daß die Nebelhüllen der Kometen mit der Entfernung von der Sonne zu wachsen scheinen. So will man beim Enke'schen Kometen im Jahre 1828 durch genaue Messungen ermittelt haben, daß vom 28. Oktober bis zum 24. Dezember, in welcher Zeit sich der Abstand des Kometen von der Sonne auf $^1/_3$ verringert hatte, der wirkliche Durchmesser seines Nebels 26mal kleiner geworden, sein körperlicher Inhalt also etwa auf den 16000sten Theil seiner ursprünglichen Größe zusammengeschrumpft war. Zur Erklärung dieser Thatsachen nimmt nun Valz an, daß der Aether um die Sonne herum eine Atmosphäre bilde, deren untere Schichten, ganz wie in unserer irdischen, um so dichter sind, je zahlreichere Schichten sich über ihnen befinden. Der Komet würde also, indem er diese Schichten durchläuft, einen ihrer Dichtigkeit entsprechenden Druck erleiden, und die Verminderung seines Umfangs in der Nähe der Sonne, wie die Krümmung seines Schweifes wäre damit erklärt. So geistvoll diese Erklärung ist, so scheitert sie doch völlig an der Unmöglichkeit, sich eine Ursache zu denken, welche die Hülle des Kometennebels undurchdringlich macht und den Aether hindert, daß er nicht, statt die Nebelmasse wie eine luftgefüllte Blase zusammenzudrücken, vielmehr bis in die kleinsten Theilchen den ganzen Kometen erfüllt.

Anblick des Halley'schen Kometen im 20füßigen Teleskop am 29. Oktober 1835.

Mit den Aufklärungen der Wissenschaft über die Natur der Kometenschweife ist es aber überhaupt noch traurig bestellt. Der Astronom befindet sich noch immer in dem Falle, in welchem sich einst der Secretär der Pariser Akademie Mairan zur Zeit der Regentschaft des Herzogs von Orleans einer neugierigen Hofdame gegenüber befand. Sie hatte ihn nach allen möglichen astronomischen Dingen gefragt, und Mairan hatte immer die gewissenhafte Antwort gegeben: „Das weiß ich nicht." Als sie endlich ungeduldig und mit einiger Bitterkeit fragte, wozu er denn eigentlich Akademiker sei, da erwiederte Mairan stolz: „Dazu, Madame, um die Antwort geben zu können: Das weiß ich nicht." Das wissen wir nicht, ist nach Arago noch heute die Antwort auf die meisten Fragen in Betreff der Kometenschweife. Wir wissen nur etwa, daß die meisten die Gestalt hohler Kegel oder Cylinder haben müssen. Anders wenigstens läßt sich die Thatsache nicht erklären, daß die meisten Kometenschweife namentlich in der Nähe des Kopfes sich an den Seiten heller leuchtend zeigen als in der Mitte, so daß sie im Fernrohr geradezu oft den Anschein einer völligen Theilung erwecken. Wir können ferner mit ziemlicher Gewißheit annehmen, daß sie aus sehr kleinen, das Licht reflectirenden Nebeltheilchen bestehen, die nur dem Auge als eine

Digitized by Google

zusammenhängende Lichtmasse erscheinen. Es bliebe sonst unerklärlich, daß sie das durchscheinende Licht der Sterne weder schwächen noch ablenken. Sie werden sich damit auch eine Erfahrung erklären können, die jeder Laie macht, daß der Anblick des Kometen im Fernrohre einen so überaus ungünstigen Eindruck macht. Der glänzende Schweif verschwindet fast mit der Vergrößerung, weil das Auge offenbar um so weniger Lichttheilchen empfängt.

Anblick des Halley'schen Kometen im 20füßigen Teleskop am 28. Januar 1836.

Eine höchst auffallende Erscheinung, welche das bewaffnete Auge schon an dem Kometen von 1744, dann an dem Halley'schen und nun jüngst wieder an dem Donati'schen beobachtete, ist die eigenthümliche Ausstrahlung, welche oft von der Nebelhülle des Kopfes an der dem Schweife entgegengesetzten Seite nach der Richtung zur Sonne ausgeht, und die von ähnlichen Strömungen und Zuckungen begleitet ist, wie sie in Nordlichtern beobachtet werden. Ob man hier an abstoßende Polarkräfte denken soll, welche etwa, durch die Anziehung der Sonne hervorgerufen, dem Schweife das Gleichgewicht zu halten streben, und ob man damit die andere nicht minder auffallende Erscheinung in Verbindung setzen soll, daß Kometenschweife oft in der Zeit von wenigen Stunden ihre Dimensionen in so bedeutender Weise verändern, daß die räumlichen Größen dieser Aenderungen in Wirklichkeit Millionen von Meilen entsprechen, darüber läßt sich für jetzt noch nichts entscheiden.

Ueberhaupt weiß der Astronom über die Natur der Kometen noch äußerst wenig. Daß ihre Masse eine außerordentlich geringe ist, hat der Lexell'sche Komet bewiesen, der, trotzdem er unserer Erde auf 300,000 Meilen nahe kam, doch keine Spur einer Störung zurückgelassen hat. Eine Masse aber, deren Wirkungen wir nicht mehr wahrnehmen können, muß kleiner sein als die kleinste bestimmbare Masse. Mit der Schärfe unserer Beobachtungen wächst natürlich auch die Sicherheit unserer Wägungen der Himmelskörper, und so ist man im Stande gewesen zu entscheiden, daß die Masse des Lexell'schen Kometen nicht den 5000sten Theil unserer Erdmasse betragen konnte. Erwägen Sie nun den gewaltigen Raummumfang der Kometen, der meist den sämmtlicher Planeten, selbst wol den der Sonne übertrifft, so bleibt für sie eine so außerordentliche Dünnheit übrig, daß sich auf Erden kein Vergleich mehr dafür findet. Daß die Kometen überdies durchsichtig sind, daß man durch ihre Schweife, ja mitten durch ihre Kerne Fixsterne hindurchglänzen sieht, ohne daß ihr Licht geschwächt, viel weniger gebrochen wird, beweist, daß die Kometen nicht feste, ja nicht einmal luftförmige

Anblick des Halley'schen Kometen im 20füßigen Teleskop am 3. Mai 1836.

Digitized by Google

Körper, ähnlich unserer Atmosphäre, sind. Nur Nebel- oder Staubmassen können sie sein, die in dem Aether des Weltraumes schwimmen und ihre Gestaltung allein der noch außerordentlich viel dünneren Beschaffenheit dieses Aethers verdanken.

Es ist schwer, sich eine Vorstellung von der Natur dieser seltsamen Nebelwesen zu machen, deren Inneres zugleich der Schauplatz der stürmischsten Vorgänge sein muß, die wir im Weltall kennen. Aber seit vollends der Biela'sche Komet am 29. December 1845 vor den Augen der Astronomen eine Theilung vollzog, hat die Verwirrung den höchsten Grad erreicht. Schon alte griechische Schriftsteller hatten von solchen Spaltungen und Verdoppelungen von Kometen berichtet, aber die ungläubige Wissenschaft spottete über dergleichen Berichte. Der Biela'sche Komet erhob das Unmöglichscheinende zur Thatsache. Schon Hind hatte am 19. Dez. 1845 an dem bis dahin nur ungetheilt gesehenen Kometen gegen Norden eine kleine Hervorragung bemerkt. Seit dem 29. Dez. waren zwei selbständige Kometen, jeder mit Kopf und Schweif versehen, an der Stelle des einen zu erblicken. Der neue Nebenkomet, der dem ältern nördlich voranging, wuchs allmälig, so daß er an Lichtstärke eine Zeit lang den Hauptkometen übertraf. Auch der Abstand der beiden Kerne von einander wuchs und betrug am 13. Febr. nach genauen Messungen bereits 41,822 geogr. Meilen. Bei der Wiedererscheinung des Kometen im Sommer des J. 1852 gelang es zuerst Secchi zu Rom am 26. Sept., die beiden getrennten Köpfe wieder zu erkennen. Sie hatten bereits einen gegenseitigen Abstand von 352,342 geogr. Meilen erreicht. Es gelang auch, wenigstens annähernd, für beide Kometenkerne getrennte Bahnberechnungen anzustellen, und merkwürdiger Weise schienen sich beide Bahnen völlig unabhängig von einander zu zeigen. Dennoch ist es unzweifelhaft, daß eine innige Wechselbeziehung zwischen beiden Kernen stattfindet. Ob überhaupt der Biela'sche Komet, wie C. v. Littrow meint, von jeher doppelt gewesen und nur infolge der Lichtschwäche des einen Kerns einfach gesehen wurde, oder ob sich eine wirkliche Theilung vor den Augen der Astronomen vollzog, ob wir also einen Doppel-Kometen oder einen gespaltenen vor uns haben, immer bleibt es eine der wunderbarsten kosmischen Erscheinungen, welche die Wissenschaft des Himmels kennt.

Trotz aller dieser Seltsamkeiten und Unerklärlichkeiten, trotz ihres Schweifens in die ungeheuren Fernen des Raumes erhalten die Kometen doch gleich den Planeten ihr Licht von der Sonne. Schon die Schwierigkeit, Kometen am Tage mit einem Fernrohr aufzufinden, spricht dafür. Fixsterne erster Größe am Tage zu erkennen, ist bekanntlich sehr leicht; bei Planeten dagegen, selbst bei so hellglänzenden, wie der Jupiter oder die Venus, gelingt es nur bei sehr reiner Luft. Den schönen Donati'schen Kometen aber, der doch dem Arktur an Strahlenpracht glich, hat man immer erst gegen Sonnenuntergang selbst mit starken Fernröhren erspähen können. Wenn demnach einzelne Kometen, wie der im Todesjahre Cäsar's und die der Jahre 1402, 1532, 1618, 1744 und 1843 sogar mit bloßem Auge am hellen Mittag gesehen wurden, wenn der von Hind im J. 1847 entdeckte Komet nur 2^0 von der Sonne an mehreren Orten zur Mit-

Digitized by Google

tagszeit durch das Fernrohr gesehen wurde, so daß sein Licht also hundertmal das der Fixsterne erster Größe übertreffen mußte; so spricht das allerdings für eine außerordentliche Lichtstärke dieser Kometen. Besonders deutlich verräth sich die Natur des erborgten Lichtes in dem eigenthümlichen Verschwinden der Kometen. Hätte ein Komet sein eigenes Licht, so könnte er uns nur dadurch unsichtbar werden, daß sein Durchmesser mit der wachsenden Entfernung zu einem unmerklichen Punkte zusammenschwände; denn ein selbstleuchtender Körper muß, wie Ihnen bereits bekannt ist, nach den Gesetzen der Optik in jeder Entfernung den gleichen Lichtglanz behalten. Sie wissen, daß dies bei einem Kometen keineswegs

Scheinbarer Lauf des Donati'schen Kometen vom 12. September bis 14. Oktober 1858.

der Fall ist, daß vielmehr die oft noch sehr beträchtliche Scheibe desselben sich gleichsam allmälig auflöst, so, als ob die einzelnen Theilchen derselben ihre Leuchtkraft verlören. Aber es sind endlich auch direkte Versuche über die Natur des Kometenlichts angestellt worden. In Malus' berühmter Entdeckung der Polarisation ist uns ja ein Mittel gegeben, direktes Licht vom reflectirten zu unterscheiden. Auf Sonne und Planeten haben Sie bereits Anwendung davon machen sehen. Zwei ungleich helle oder unter Umständen ungleich gefärbte Bilder, die ein Glimmerblättchen, durch ein doppeltbrechendes Kalkspathblättchen betrachtet, darbietet, lassen an der reflectirten Natur des Lichtes, in welchem man beobachtete, keinen

Digitized by Google

Zweifel übrig. Arago hat bei dem Kometen von 1819 und bei dem Halley'schen von 1835, Bruhns hat neuerdings bei dem Donati'schen Beobachtungen in dieser Beziehung angestellt, und diese haben sowol für das Licht des Kerns wie des Schweifes die reflectirte Natur, wenigstens des größten Theils der Strahlen, erwiesen.

Die Erscheinung eines Kometen giebt in Betreff seines Lichts noch zu einer andern Bemerkung Veranlassung. Ich habe Sie vorhin schon darauf aufmerksam gemacht, mit welcher außerordentlichen Geschwindigkeit seine Helligkeit bisweilen zunimmt, wie der Donati'sche Komet in Zeit von 5 Tagen von dem Lichte eines Sterns fünfter Größe zu dem eines Sterns vierter Größe, in 13 Tagen zu zweiter Größe und in 17 Tagen zu erster Größe heranwuchs. Man könnte geneigt sein, diese Zunahme der Helligkeit einer eigenen innern Lichtentwicklung des Kometen zuzuschreiben; wenigstens steht sie, so lange der Komet sein Licht nur von der Sonne empfängt, mit den Gesetzen der Optik nicht im Einklang. Nach diesen Gesetzen hängt ja die Helligkeit allein von der Entfernung ab, wächst und nimmt ab im umgekehrten Verhältniß zu den Quadraten derselben. Danach aber hätte die größte Lichtstärke des Donati'schen Kometen höchstens die vierte Größenklasse der Fixsterne erreichen dürfen, während er in Wirklichkeit mit den Sternen erster Klasse wetteiferte. Aber es hängt noch ein anderer Umstand damit zusammen, der freilich, wenn er auf der einen Seite erklärt, auf der andern eine neue Schwierigkeit schafft. Nach denselben optischen Gesetzen hätte nämlich der Durchmesser des Kometenkerns im Verhältniß seiner Annäherung wachsen müssen. Er hätte, da der Donati'sche Komet uns von seinem ersten Erscheinen bis zur Zeit seines höchsten Glanzes etwa 4—5 mal näher gekommen war, von $1\frac{1}{2}$ Minuten bis auf 6—7 Minuten, also bis zur Größe eines Viertels der Vollmondscheibe anwachsen müssen. Das war aber durchaus nicht der Fall. Im Gegentheil zeigte der Komet zur Zeit seines höchsten Glanzes, zu Ende September, einen Durchmesser seines Kerns von kaum 4 Secunden. Es hatte also eine bedeutende Verdichtung des Kerns stattgefunden; die ganze Masse des Kometen, alle seine weitzerstreuten Nebeltheilchen hatten sich gleichsam nach seinem Schwerpunkt zusammengedrängt. Es ist nicht zu leugnen, daß in dieser Verdichtung, auf die ich vorhin schon hindeutete, ein Haupterklärungsgrund für die überraschende Helligkeitszunahme der Kometen und namentlich auch für den Umstand liegt, daß diese Helligkeitszunahme meist noch über die Zeit der größten Sonnennähe hinausgeht, wie auch die Verdichtung noch jenseits derselben fortschreitet. Aber es ist auch ebenso wenig zu leugnen, daß weder für diese Helligkeitszunahme damit eine völlig ausreichende Erklärung gewonnen ist, noch daß für jene Verdichtung des Kometenkerns in der Nähe der Sonne in unsern bisherigen Erfahrungsgesetzen sich irgend eine denkbare Ursache auffinden läßt.

So sind also die Wunder der Kometenwelt durch die wissenschaftliche Forschung allerdings nicht geschwunden; aber ihre Bedeutung haben sie gewechselt. So lange die Kometen noch als Lufterscheinungen galten, war ihre Bedeutung Unheil und Schrecken. Sie waren göttliche Vorboten irdischer Landplagen, Strafruthen des erzürnten Gottes. Pest und Krieg, Mißwachs und Hungers-

Digitized by Google

noth kündigten sie an. Alte Schriftsteller wissen, wenn sie von der Erscheinung eines Kometen berichten, immer auch von traurigen Begebenheiten zu erzählen, die sie mit sich führten. Nun, es giebt ja der Leiden genug unter der Sonne, als daß ein Komet nicht seufzende Menschen antreffen sollte. Man sollte also denken, es könne gar nicht schwer fallen, für jeden am Himmel erscheinenden Kometen auch eine auf Erden erscheinende Plage ausfindig zu machen, zumal wenn man sich nicht streng an ein bestimmtes Land hält und den Begriff einer Plage nicht blos auf Krankheiten und Kriege beschränkt, sondern auch auf Hitze und Kälte, Stürme und Hagelschlag, Erdbeben und vulkanische Ausbrüche, Ueberschwemmungen und Heuschreckenschwärme ausdehnt. Gleichwol hat der englische Arzt Forster, der noch im Jahre 1829 eine solche Zusammenstellung von 500 Kometenerscheinungen und ihren Unheilswirkungen unternahm, für den großen Kometen von 1680, der doch so nahe bei der Erde vorüberging, kein anderes Unheil aufzufinden vermocht, als — einen heißen Sommer und einen kalten Winter! Ja an den Kometen von 1668 wußte er vollends nur — ein Sterben der Katzen in Westphalen, an einen andern den Fall eines Meteorsteins und die Zertrümmerung eines Uhrwerks in Schottland, an einen dritten das Erscheinen großer Züge wilder Tauben zu knüpfen. Sie lachen jetzt über den Aberglauben der alten Zeit, über die öffentlichen Gebete, mit welchen die mittelalterlichen Päpste die Kometen zu vertreiben hofften, über die Erbauung von Kirchen und Klöstern, durch welche Ludwig der Fromme den Kometen von 837 zu beschwichtigen glaubte. Noch soll das Läuten der Glocken zur Mittagszeit in katholischen Ländern seinen Ursprung aus einer päpstlichen Verordnung herleiten, welche der Komet von 1456 veranlaßte, und sogar der Gebrauch, einem Niesenden „Zur Genesung!“ zuzurufen, soll nach den Chronisten aus einer durch den Kometen von 590 verursachten Pest herrühren, in welcher ein heftiges Niesen als Anzeichen des nahen Todes galt.

Die Wissenschaft hat die Kometen zu dem Rang von Weltkörpern erhoben. Aber neben der wissenschaftlichen Aufklärung, die in größeren Kreisen des geselligen Lebens unzweifelhaft Platz genommen hat, macht sich ebenso unzweifelhaft noch immer eine ungründliche Halbheit breit. Wenigstens seinen Schatten wirft der mittelalterliche Aberglaube noch über die vom Morgenlicht der Wissenschaft erhellte Neuzeit. Die Bedeutung der Kometen hat allerdings ihre Gestalt gewechselt; man sieht nicht mehr in ihnen Zuchtruthen eines zornigen Gottes, wol aber Vorboten eines Weltuntergangs. Was aber das Schlimmste ist, man glaubt seine Besorgnisse aus der Wissenschaft selbst zu schöpfen. Die Gewißheit, daß uns innerhalb unserer Planetenbahnen regelmäßig wiederkehrende Kometen heimsuchen, die beträchtlichen Störungen, welche besonders Jupiter und Saturn in ihren Bahnen hervorbringen, und welche unschädlich scheinende Weltkörper in gefahrbringende umwandeln können, die Verschiedenheit der einzelnen Kometenkörper, welche beträchtliche Abstufungen in der Dichtigkeit des Kerns vermuthen läßt: das Alles überbietet noch die Befürchtungen, welche frühere Jahrhunderte vor brennenden Schwertern und vor einem durch Haarsterne ge-

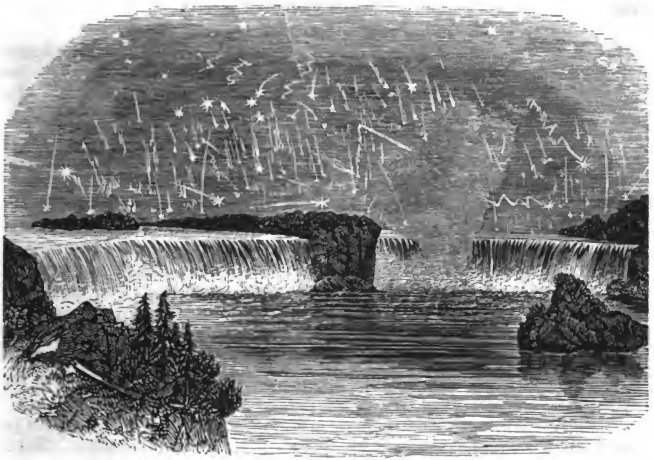
Digitized by Google

drohten Weltbrande hegten. Der Zusammenstoß der Erde mit einem Kometen — und die Möglichkeit eines solchen kann ja die Wissenschaft nicht leugnen — das gilt als gleichbedeutend mit dem Untergange der Welt. Die allgemeine Kometenfurcht, die vor zwei Jahren wie eine ansteckende Krankheit über Europa hinzog, ist nur eine Wiederholung desselben Schreckens, welchen zu Ende des vorigen Jahrhunderts die Anzeige einer Schrift des französischen Astronomen Lalande über die der Erde nahe kommenden Planeten veranlaßte.

Es ist wahr, die Wissenschaft kann nicht leugnen, daß möglicher Weise ein Komet einmal mit unserer Erde zusammenstoße. Aber die Wahrscheinlichkeit eines solchen Ereignisses steht zu seiner Unwahrscheinlichkeit nach sehr berechtigten Rechnungen im Verhältniß von 1 zu 281,000,000. Keine der bekannten Kometenbahnen hat eine solche Lage, daß ein Zusammentreffen mit dem Kopfe des Kometen zu erwarten wäre. Selbst der Erdbahn kann nur der Biela'sche Komet auf 3500 Meilen, der große Komet von 1680 auf 96,000, der Komet von 1684 auf 175,000 Meilen nahe kommen. Der Erde selbst hat sich bisher noch der Lexell'sche Komet am 28. Juni 1770 am meisten genähert. Er stand damals nicht mehr als sechs Mondweiten, etwa 300,000 Meilen von der Erde ab. Sie wissen, wie spurlos sein Erscheinen vorüberging. Aber wäre auch wirklich die Masse jenes Kometen größer gewesen, als sie sich damals erwies, wäre sie selbst der Erdmasse gleich gewesen, seine Nähe hätte doch, wie die Rechnung zeigt, kaum wesentlich andere Wirkungen hervorbringen können, als eine Verlängerung unseres Jahres um 2 Stunden 53 Minuten und eine Aenderung in der Schiefe der Ekliptik von vielleicht einigen Minuten.

Gesetzt aber auch, daß sich künftig einmal ein Komet fände, für den der Astronom einen wirklichen Zusammenstoß mit unserer Erde sicher berechnen und vorhersagen könnte, so überhebt uns die Naturbeschaffenheit der Kometen jeder Besorgniß für die Folgen eines solchen Ereignisses. Wäre der Komet noch ein Gas, das sich mit unserer atmosphärischen Luft vermischen und sie gewissermaßen vergiften könnte, so wäre wenigstens ein Anlaß zur Furcht verhanden. Aber was kann es schaden, wenn sich einige fremde Staubtheilchen auf unsere Erde niederschlagen? Jedenfalls ist ein faustgroßer Meteorstein furchtbarer als ein Komet. Es ist ja übrigens gar nicht unwahrscheinlich, daß wir uns bereits einige Male, wie in den Jahren 1819 und 1823, für einige Stunden wenigstens im Schweife eines Kometen befunden haben. Und doch waren die Tage, an denen dies geschah, so warm und schön wie jeder andere; kein besonderes Ereigniß bezeichnete sie, weder Sturm noch Ungewitter, und nicht einmal die Ernte des Jahres litt unter den Einflüssen der Kometenschweife. Aber eher können Sie sich auf den so unwahrscheinlichen Fall gefaßt machen, daß die Erde mitten durch einen Kometen hindurch geht, als daß es der Wissenschaft gelingen wird, die große Menge von der Gefahrlosigkeit der Kometen zu überzeugen. Die Phantasie des Menschen ist einmal mehr zu düstern als zu heitern Bildern geneigt, und alle der Rechnung entlehnten Gründe wirken nur auf den denkenden Verstand, nicht auf die Stimmung des Gemüths, durch welche die Ereignisse ihre Bedeutung und ihre Färbung erlangen.

Digitized by Google



Sternschnuppenfall am Niagara in der Nacht vom 12. zum 13. November 1833.

Achtes Kapitel.

Die Meteor-Asteroiden.

Ist es denn überhaupt möglich und denkbar, sagten Sie neulich nach der Rückkehr von unserer abenteuerlichen Kometenfahrt, daß in einem so wohlgeordneten Systeme, wofür wir doch unser Planetensystem nach Allem, was darüber erforscht ist, zu halten berechtigt sind, Weltkörper aufeinander stoßen und einander mit ihren Bruchstücken überschütten können? Ich befinde mich in einiger Verlegenheit, wie ich, nachdem ich mir damals die ernstlichste Mühe gegeben habe, Ihnen das Zusammmentreffen der Kometen mit der Erde oder mit irgend einem Planeten überhaupt als unwahrscheinlich, ja fast als unmöglich darzustellen, jetzt Ihren Glauben für eine ganz ähnliche Thatsache in Anspruch nehmen soll. Wenn Sie aber mit mir für einige Minuten zur Erde zurückkehren wollten, so würde ich Sie in ein mineralogisches Kabinet führen, um Ihnen dort den Beweis vorzulegen. Aber was in aller Welt, werden Sie sagen, sollen wir in einem minera-

Digitized by Google

logischen Kabinet thun, da wir uns mit Himmelskörpern und Himmelsräumen beschäftigen? Ich würde Ihnen dann eine Sammlung von hundert und etlichen Steinen zeigen, grauen oder schwarzen, ganz unscheinbaren Steinen, die Sie mit Ihren Händen betasten, wägen, mit Hammer und Schlägel bearbeiten könnten. Letzteres würde Ihnen nun freilich nicht gestattet werden; denn es sind kostbare Steine, seltenere Schätze als die Juwelen der reichsten Fürsten. Es sind vom Himmel herabgefallene Steine. So wunderbar das klingt, es liegen doch gar zu unzweifelhafte Beweise vor, chemische, mineralogische, und das Augenzeugniß Derer, vor denen sie niederstürzten. Diese schwarzen, häßlichen Meteorsteine sind fremde Weltkörper oder doch Bruchstücke von solchen, jetzt gefangen und in Kästen verschlossen, einst in schrankenloser Freiheit durch die öden Welträume ziehend. Es sind Sterne, die der Astronom nicht nöthig hat, wie andere mit Fernröhren aufzusuchen, um sie doch nur dürftig zu erkennen, die vielmehr freiwillig zur Erde einkehren, die der Wissenschaft gleichsam in den Schoß geflogen kommen, um unter Hammer und Löthrohr und Mikroskop Rechenschaft zu geben von Zuständen jenseits unserer Atmosphäre, Kunde zu bringen von der Physik des Himmels.

Daß Sterne vom Himmel fallen könnten, wurde noch vor 65 Jahren zu den Mythen und Fabeln des Volksglaubens und der Vorzeit gezählt. Allerdings berichtete die Geschichte seit Jahrtausenden von gefallenen Sternen, ja von ganzen Felsmassen, die sich vom Himmel zur Erde gesenkt hätten. Mongolische Sagen erzählen von einer 40 Fuß hohen schwarzen Eisenmasse, die unter Feuererscheinungen an den Quellen des gelben Flusses im westlichen China vom Himmel gefallen sei. Die Araber bewahren zwei schwarze vom Himmel gefallene Steine in der Kaaba zu Mekka. Plutarch berichtet von einem ungeheuren Steine, der im Geburtsjahre des Sokrates in den Aegospotamos gefallen sei und das Gewicht einer vollen Wagenlast gehabt habe. Die Chroniken des Mittelalters wissen von zahlreichen ähnlichen Steinfällen. So fiel im 10. Jahrhundert ein Stein in den Fluß Narni in Italien, der noch eine Elle hoch über das Wasser hervorragte. Im September 1511 wurde bei Crema unweit der Adda in Oberitalien sogar ein Mönch von einem Meteorsteine erschlagen. Hunderte solcher Steine waren bereits gefallen; fast alljährlich war in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts ein solches Ereigniß berichtet worden, Menschen waren erschlagen, Häuser dadurch in Brand gesteckt worden, und noch immer beharrte die Wissenschaft in vornehmer Zweifelsucht, behauptete im Widerspruch mit den klarsten Thatsachen, daß es unmöglich aus der Atmosphäre herabfallende Steine geben könne. Noch im Jahre 1769 hatte die Pariser Akademie der Wissenschaften amtlich erklärt, daß der im Augenblicke seines Herabfallens am 13. September 1768 in der Nähe von Lucé aufgehobene Stein, den mehrere Personen mit den Augen bis zu dem Punkte, wo er den Boden erreichte, verfolgt hatten, nicht vom Himmel gefallen sei. Noch im Jahre 1790 war von der Municipalität von Juillac im Departement des Landes ein Protokoll aufgenommen worden, welches aussagte, daß am 24. Juli jenes Jahres eine Menge

Digitized by Google

von Steinen auf die Felder, Dächer und Straßen des Dorfes herabgefallen seien, und gleichwol behandelten die gesammten damaligen Zeitungen diese Erzählung als lächerlich und des Mitleids nicht blos der Gelehrten, sondern aller Vernünftigen werth. Da erfolgte am 26. April 1803 der berühmte Steinfall bei l'Aigle im Departement de l'Orne. Um 1 Uhr Nachmittags erblickte man in der Umgegend von Caen, Alençon, Falaise und Berneuil bei ganz reinem Himmel eine große Feuerkugel. Wenige Augenblicke darauf vernahm man bei l'Aigle in weitem Umkreise aus einem kleinen, dunklen, fast unbeweglichen Wölkchen eine heftige, 5—6 Minuten andauernde Explosion, welcher einige Kanonenschüsse und ein Getöse wie von Kleingewehrfeuer folgten. Bei jeder Explosion schienen sich Dämpfe von dem Wölkchen abzulösen, und es fielen nun zugleich über eine Fläche von $1^1/_4$ Meile Länge und $^1/_4$ Meile Breite zahlreiche heiße, aber nicht mehr glühende Steine, deren größter $17^1/_2$ Pfd. wog. Ein Akademiker selbst, Biot, hatte die Erscheinung untersucht und Bericht davon erstattet. Jetzt endlich war der akademischen Zweifelsucht ein Ende gemacht.

Seit jener Zeit sind fast alljährlich Meteorsteine, zum Theil vor den Augen der Gelehrten gefallen, und die Wissenschaft hat sich nun auch der einzelnen Umstände, unter denen diese Ereignisse stattfinden, bemächtigt. Nur in seltenen Fällen stürzen die Steine aus heiterem Himmel ohne vorangegangene Bildung einer dunkeln Meteorwolke, ohne begleitende Lichterscheinung, aber unter furchtbarem Krachen nieder, wie bei dem großen Steinfall von Klein-Wenden unweit Mühlhausen am 16. September 1843. Häufiger ist es ein plötzlich sich bildendes dunkles Gewölk, welches die Steine schleudert, wie bei den erwähnten Ereignissen von Barbotan und Juillac und dem von l'Aigle. Am häufigsten zeigt sich die Erscheinung im Zusammenhang mit glänzenden Feuerkugeln. So war es bei Braunau in Böhmen am 14. Juli 1847 eine weithin sichtbare Feuerkugel, welche Bruchstücke von einem Gesammtgewichte von fast 4 Centnern zur Erde schleuderte, die drei Fuß tief in die Erde eindrangen und nach sechs Stunden noch so heiß waren, daß man sie nicht anrühren konnte.

Die Zahl der mit einiger Sicherheit bisher festgestellten Meteorsteinfälle beläuft sich gegenwärtig nach Arago auf 206. Sie müssen aber bedenken, daß dies immer nur einen kleinen Bruchtheil der wirklich stattgefundenen umfaßt. Die Beobachtung und Aufzeichnung dieser Ereignisse reicht ja nur in wenige Jahrhunderte hinauf, und noch heute sind es nur die civilisirten Länder, also der kleinste Theil des Erdbodens, auf welchem sie sich thatsächlich feststellen lassen. Zwei Drittheile aller gefallenen Steine verbirgt überdies das Meer, und noch mehr mögen von den oberen Schichten unserer Erdrinde bedeckt sein. Unter den aufgefundenen Meteorsteinen oder Aërolithen sind einige von außerordentlicher Größe. So hatte der bei Bouillé im Jahre 1831 niedergefallene Stein ein Gewicht von 40 Pfund, der bei Chantonnay im Jahre 1812 gefallene ein Gewicht von 68 Pfund. Der Meteorstein von Juvénas, der im Jahre 1821 fiel, wiegt 184 Pfund und der bei Ensisheim im Elsaß gefundene 276 Pfund. Zu Santa Rosa in Neu-Granada stürzte im Jahre 1810 ein Stein nieder,

Digitized by Google

dessen Gewicht 1500 Pfund und dessen Inhalt fast drei Kubikfuß beträgt. Durch die Kennzeichen, welche in neuerer Zeit eine genauere physikalische und chemische Untersuchung der Meteorsteine geliefert hat, ist man berechtigt, mit großer Wahrscheinlichkeit auch auf den meteorischen Ursprung einiger andern Massen zu schließen, die man in verschiedenen Theilen der Erde gefunden hat. So werden zwei große Steine für meteorischen Ursprungs gehalten, die im Bezirke von Santiago del Estera in den Laplata-Staaten liegen und die eine Länge von 7—7½ Fuß haben. Andere meteorische Massen, zum Theil von bedeutender Größe, hat man am Red-River in Nordamerika gefunden. Auch die 3200 Pfund schwere nickelhaltige Masse, die man in der Gegend von Bitburg in der Eifel gefunden

Ein Stück des Braunauer Meteorsteins.

hat, ist ziemlich unzweifelhaft meteorisch. Kapitän Roß fand an der Nordküste der Baffinsbai zwei große Steinmassen, die mit Eisenstücken gemengt sind, aus denen die Eskimos ihre Waffen schmieden sollen. Man hat Messer und Harpunen jener Eskimos untersucht und in der That einen bedeutenden Nickelgehalt des Eisens nachgewiesen, — ein gewichtiges Zeugniß für den meteorischen Ursprung. In neuerer Zeit ist sogar die Möglichkeit aufgetaucht, daß ganze Berge auf dem Erdboden existiren, die wir für irdische Gesteine halten, und die doch vielleicht nur zerfallene mächtige Meteoriten sind. So gelangte vor Kurzem aus Nordamerika eine Nachricht zu uns, daß die Neger oberhalb Liberia Berg-

Digitized by Google

werke in einem Gestein angelegt hätten, das reich an gediegenem Eisen sei. Stücke dieses Erzes waren nach Boston gekommen, und die Untersuchung hatte es sehr wahrscheinlich gemacht, daß jenes Bergwerk in nichts Anderem als einem ungeheuren Meteorstein angelegt sei, den die dortigen unwissenden Menschen freilich nicht von festem Erdboden zu unterscheiden wissen.

Im Allgemeinen zeigen die Meteorsteine, in welcher Gegend der Erde sie auch niedergefallen sein mögen, in ihrem Aeußern eine gewisse physiognomische Uebereinstimmung. Fast immer haben sie einen dünnen, schwarzen, glänzenden und dabei geäderten Ueberzug, fast immer zeigen sie in ihrem Bruche breite, gekrümmte Flächen und abgerundete Ecken. Gleichwol ist ihre Manchfaltigkeit bei näherer Untersuchung noch auffallender. Es dürfte kaum möglich sein, zwischen dem Meteoreisen, aus dem man Waffen schmieden konnte, und jenen zusammengebackenen erdigen oder kohlenartigen Massen mit wenigen darin zerstreuten Metallbrocken eine Verwandtschaft zu entdecken. Es giebt Steine, die 96 Procent, und andere, die nur 2 Procent Eisen enthalten, und noch andere, die keine Spur von metallischer Beimengung zeigen, die nichts als ein krystallinisches Gemenge von Olivin, Augit und Anorthit oder gar von Hornblende und Albit oder Labrador sind. Das eigentliche Meteoreisen, dessen Fall zwar nur in seltenen Fällen, wie bei Braunau im Jahre 1847 und bei Agram am 26. Mai 1751, unmittelbar hat beobachtet werden können, ist kein reines metallisches Eisen, sondern eine Legirung von Eisen und Nickel, wie sie der Erdrinde durchaus fremd ist. Dieser Nickelgehalt gilt daher mit Recht als das entschiedenste Kennzeichen für die meteorische Beschaffenheit einer solchen Masse. Damit ist aber stets, wenn auch in geringer Menge, eine andere noch fremdartigere Verbindung des Eisens und Nickels mit Phosphor verknüpft. In den eigentlichen Meteorsteinen kommt dieses Meteoreisen meist nur in Körnern und Splittern, in einer scheinbar gleichmäßigen, aus Olivin, Augit und Feldspathsubstanz gebildeten Grundmasse eingesprengt vor, gestaltet sich aber doch bisweilen auch zu einem zusammenhängenden innern Eisenskelett. Die eisenfreien Meteorsteine, die nicht einmal immer Olivin und Magneteisen enthalten, bieten eine merkwürdige Aehnlichkeit mit gewissen ältern Trappgesteinen der Erde, mit Doleriten und Dioriten, ja sogar mit jüngern vulkanischen Erzeugnissen, mit Basalten und neuen Laven dar.

Die unverkennbaren Spuren einer Wirkung des Feuers, die man an diesen Steinen entdeckte, die Feuererscheinungen, welche so häufig ihr Auftreten auf der Erde begleiteten, führten schon im 17. Jahrhundert auf den Gedanken, diese Steine als vulkanische Auswürflinge eines fernen Himmelskörpers, namentlich des Mondes, zu betrachten. Sie haben in die gewaltigen Kratertiefen des Mondes hinabgeblickt und sich von der vulkanischen Thätigkeit des Mondes wenigstens in der Vorzeit überzeugt. Es fragt sich also nur, ob ein so seltsamer Verkehr zwischen zwei Weltkörpern überhaupt möglich ist. Sie begreifen, daß es im Bereiche der Rechnung liegt, in welchem Abstande von der Mondoberfläche eine Ausgleichung zwischen der Schwerkraft des Mondes und der

Digitized by Google

Anziehungskraft der Erde eintritt, mit welcher Geschwindigkeit ein Körper von der Mondfläche fortgeschleudert werden muß, um in eine Region zu kommen, in der nur noch die Kraft der Erde ihn anzieht. Diese Rechnung ist ausgeführt worden. Bei der geringen Größe und Masse des Mondes und seinem bekannten Mangel an Atmosphäre ist diese Geschwindigkeit in der That nicht so groß, als man früher geglaubt hatte. Die Anfangsgeschwindigkeit, mit welcher ein Körper vom Monde fortgeschleudert werden muß, um auf die Erde zu gelangen, beträgt nicht mehr als 8000 Fuß in der Secunde, ist also mindestens nicht größer als die Wurfgeschwindigkeit, welche die Ausbrüche mancher unserer irdischen Vulkane darbieten. Mehrere Astronomen, wie selbst noch Arago, glauben daher bis heutigen Tages eine Abstammung der Meteorsteine von Mondvulkanen nicht ganz zurückweisen zu dürfen. Die meisten neuern Astronomen neigen sich dagegen zu einer andern Ansicht hin, die zuerst von Chladni im Jahre 1794 aufgestellt wurde, bei Gelegenheit der großen über 1270 Pfund schweren Meteoreisenmasse, die von Pallas in Sibirien aufgefunden wurde. Nach dieser großartigen Ansicht besteht in unsern planetarischen Räumen ein Ring von wechselnder Dicke, der aus zahlreichen kleinern und größern Körpern gebildet wird, die mit einer raschen Umlaufsbewegung um die Sonne begabt sind. So oft nun unsere Erde in die Gegend kommt, in welcher dieser Ring die Ebene der Ekliptik schneidet, begegnen einige der herumirrenden Massen der Erde, werden angezogen und fallen auf ihre Oberfläche herab, nachdem sie zuvor beim Eintritt in ihre Atmosphäre weißglühend geworden sind. Allerdings erfordert diese Annahme eine gewisse periodische Regelmäßigkeit in der Erscheinung der Aërolithenfälle, die bei der Mangelhaftigkeit der bisherigen Beobachtungen freilich noch schwer nachzuweisen ist. Doch hat sich wenigstens herausgestellt, daß die Monate März, Mai, Juli und November entschiedene Maxima dieser Erscheinungen darbieten.

Eine bessere Unterstützung für diese Ansicht werde ich Ihnen verschaffen können, wenn Sie Ihre Aufmerksamkeit einer andern Erscheinung zuwenden wollen, die schon in ihrem äußern Auftreten eine unverkennbare Verknüpfung mit den Meteorsteinen zeigt. Ich meine die Feuerkugeln, die bisweilen gleich wunderbaren Meteoren über unser Himmelsgewölbe hinziehen, Tageshelle verbreitend und in seltenen Fällen Meteorsteine zur Erde schleudernd. Plötzlich erscheinend und ebenso plötzlich verschwindend, überraschen sie stets den Beobachter und erschweren dadurch ihre Beobachtung. Immer bieten sie die Gestalt einer runden Scheibe von einem merklichen scheinbaren Durchmesser dar, der oft von der Größe des Vollmondes ist, und ihr Licht, wenn es auch der Plötzlichkeit wegen meist überschätzt wird, kommt doch dem Vollmondlicht nahe. Bisweilen zeigen sie sich von einer weißlichen Dunsthülle umgeben, und häufig ziehen sie einen feurigen Schweif nach sich, der minutenlang sichtbar bleibt. Manche zerspringen unter heftigen Explosionen in Stücke, die ihren Lauf fortsetzen, aber meist auch erlöschen, ehe sie die Erde erreichen.

Man zählt nach Arago bereits 813 solcher Kugeln, deren Beobachtungen

Digitized by Google

in wissenschaftlichen Zeitschriften verzeichnet sind, und es giebt in den letzten Jahrzehnten Jahre, in denen 30 und mehr solcher Erscheinungen berichtet wurden. Sie sehen also, daß Sie es hier mit einer allgemeinen Erscheinung zu thun haben. Unter jenen 813 Feuerkugeln haben nur 35 Aërolithen erzeugt, und wenn auch unleugbar weit mehr ihre Bruchstücke zur Erde niedergesandt haben, deren Niederfallen nur nicht von Augenzeugen festgestellt werden konnte, so läßt sich doch auf keinen Fall behaupten, daß allen das gleiche Schicksal zu Theil geworden. Sie müssen also ihre eigenthümlichen Bahnen verfolgen, deren Nachweis vom höchsten Interesse für die Wissenschaft sein wird.

Jedenfalls erleichtert die größere Häufigkeit dieser Erscheinungen das Erkennen einer periodischen Gesetzlichkeit. Eine Zusammenstellung der Beobachtungen bestätigt mindestens, was die Meteorsteine uns bereits lehrten, und läßt namentlich ein Zusammendrängen der Erscheinungen in der letzten Hälfte des Jahres in auffallender Weise hervortreten. Während auf jeden der sechs ersten Monate des Jahres im Durchschnitt 50 beobachtete Feuerkugeln kamen, zählt jeder der letzten Monate durchschnittlich 85. Bei ihrem Umlaufe um die Sonne begegnen also der Erde auf dem Wege von der Sonnenferne zur Sonnennähe mehr Feuerkugeln, als auf der andern Hälfte ihres Weges.

Eine wirkliche Bahnberechnung für diese Himmelskörper wird freilich durch das Ueberraschende ihrer Erscheinung wesentlich erschwert. Es gehörte dazu mindestens, daß die Erscheinung von zwei hinreichend von einander entfernten Stationen gleichzeitig beobachtet würde, um eine Parallaxe zu erhalten, die von allzugroßen Fehlern frei wäre. Versuche in dieser Weise sind bereits gemacht worden und geben schon einige Aufschlüsse. Für die Höhe, in der sie sich zeigen, für ihre wahre Größe, die Geschwindigkeit, mit der sie sich bewegen, hat man wenigstens annähernde Resultate gewonnen. Die Höhe, in welcher die meisten Feuerkugeln sichtbar werden, wird von $1^1/_2$ bis auf 64 Meilen geschätzt, reicht also in den meisten Fällen weit über die Grenzen hinaus, innerhalb welcher noch eine Einwirkung der Stoffe unserer Atmosphäre auf die Materie der Feuerkugeln möglich scheint. Der wahre Durchmesser der Feuerkugeln mißt zwischen 100 und 12,000 Fuß. Die Bruchstücke, welche als Meteorsteine zu uns kommen, sind also nur als ein kleiner Theil der wirklichen Meteormassen zu betrachten. Klein bleiben sie immer noch gegenüber selbst den kleinsten der Planetoiden, aber dies vermindert nicht ihr Recht, den planetarischen Welten zugezählt zu werden; denn wenn auch der kleinste der Planetoiden noch 4000mal die größte der Feuerkugeln an Inhalt übertrifft, so überwiegt 10000mal der kleinste der Planeten den größten der Planetoiden.

Von besonderer Wichtigkeit für die Erkenntniß der wahren Bewegung der Feuerkugeln ist ihre Geschwindigkeit. Man hat sie aus den Beobachtungen auf 8400 — 235,000 Fuß in der Secunde berechnet. Nun wissen Sie, daß die Geschwindigkeit unserer Erde in ihrer Bahn nicht mehr als etwa 94,000 Fuß in der Secunde beträgt. Sie sehen also, daß mehrere der beobachteten Feuerkugeln sich mit einer größern Geschwindigkeit im Raume bewegen, als die

Digitized by Google

Planeten. Wollte man auch, da die Richtung ihrer Bewegung derjenigen unserer Erde im Allgemeinen entgegengesetzt ist, einen großen Theil dieser Geschwindigkeit für Täuschung halten, für eine Wirkung der Fortbewegung der Erde in der Bahn, so blieben doch für die wahren Geschwindigkeiten der Meteore immer noch hinreichend große Zahlen übrig, um für die Feuerkugeln die Möglichkeit einer ewigen Fortdauer ihres Laufes durch den Raum zugeben zu müssen.

So sehr Sie sich nun auch bereits versucht fühlen mögen, die Meteore in die Reihe der planetarischen Weltkörper aufzunehmen, so werden Sie doch erst den sichersten Halt für Ihr Unternehmen in der Betrachtung der Sternschnuppen finden. Wie! diese flüchtigsten aller Erscheinungen am Himmel, diese schimmernden Lichtpunkte und Lichtlinien, die Ihnen bisher höchstens geeignet erschienen, Ihre Phantasie zu beschäftigen, als Werk des Augenblicks dem Himmel einen flüchtigen Schmuck zu verleihen, — die sollen Sie jetzt unter das gleiche Gesetz stellen, das die Riesenplaneten um die Sonne leitet, denen sollen Sie eine ewige Dauer, ein selbständiges Bestehen, eine Körperlichkeit zugestehen? Und doch muthe ich Ihnen nicht zu viel zu. Sie wissen ja, daß die wissenschaftliche Beobachtung schon manchem scheinbaren Werke des Zufalls und des Augenblicks Festigkeit und Bestimmtheit verschafft hat. So werden auch die Sternschnuppen aufhören bloße Meteore zu sein, sobald die Beobachtung sie in Fernen entrückt, die über die Grenzen der Atmosphäre hinausgehen und für ihre Sichtbarkeit meßbare, wirkliche Größen in Anspruch nehmen. Man hat vielleicht in älterer Zeit übertrieben die Höhe einzelner Sternschnuppen auf 100 Meilen geschätzt. Aber die sorgfältigsten Beobachtungen und Berechnungen der neuesten Zeit lehren, daß nur in seltenen Fällen Sternschnuppen bis zu den Gipfeln der Anden, bis zu einer Höhe von einer geographischen Meile über der Meeresfläche hinabgehen, daß bei weitem die meisten sich in Höhen von über 4 Meilen über der Erde zeigen, einzelne sogar in Höhen von 40—60 Meilen. Heis in Münster berechnete, daß eine am 10. Juli 1837 gleichzeitig in Berlin und Breslau gesehene Sternschnuppe beim Aufleuchten 62 Meilen und beim Verschwinden 42 Meilen Höhe hatte.

Mit dieser Höhe ihres Erscheinens stimmt auch die Geschwindigkeit zusammen, mit welcher die Sternschnuppen sich durch den Raum bewegen. So flüchtig auch der Moment ihres Erscheinens ist, so mißt doch die Strecke, welche die Sternschnuppen von ihrem Aufleuchten bis zu ihrem Erlöschen durchlaufen, oft mehr als 40 Meilen. Ihre Geschwindigkeit wurde früher zu $4\frac{1}{2}$—9 Meilen in der Secunde geschätzt. Julius Schmidt und Heis haben zwar neuerdings einmal eine Sternschnuppe beobachtet, der sie nur eine Geschwindigkeit von $3\frac{1}{2}$ Meile beilegen zu können glaubten; dagegen haben sich aus andern Beobachtungen auch Geschwindigkeiten von 12—24 Meilen in der Secunde ergeben, die also 3—6mal die Geschwindigkeit der planetarischen Bewegung übertreffen. Das spricht wol hinlänglich deutlich für den kosmischen Ursprung dieser Meteore.

Endlich aber tritt der Beobachtung auch in der äußern Erscheinung dieser Meteore ein Umstand entgegen, der sogar einen Schluß auf eine eigenthümliche

Digitized by Google

Form dieser kleinen Weltkörper gestattet. Viele Sternschnuppen ziehen nämlich glänzende Lichtstreifen hinter sich her, die keineswegs einer bloßen Fortdauer des Lichtreizes auf unsere Netzhaut zugeschrieben werden können, wie etwa bei einer im Kreise geschwungenen glühenden Kohle. Dazu dauert die Sichtbarkeit dieser Lichtstreifen viel zu lange, bisweilen über eine Minute, doch niemals über das Erlöschen des Kernes der Sternschnuppe hinaus. Noch merkwürdiger erscheinen diese sogenannten Sternschnuppenschweife bei aufmerksamer Beobachtung. Bald zeigen sie sich vollkommen gerade mit parallelen Rändern, bald etwas breiter und glänzender in der Mitte, bald am breitesten und glänzendsten an dem Orte, wo das Meteor erlischt. Oefters hat man eine auffallende Abnahme des Lichts gegen die Mitte der Schweife beobachtet, und Sie wissen bereits von den Kometenschweifen her, worauf dies hindeuten dürfte, auf die Gestalt eines hohlen Cylinders oder Kegels. Ich habe Sie also nicht umsonst aus der Region der Kometen zu diesen Meteoren geführt. Sie sehen eine gewisse Verwandtschaft zwischen beiden Gruppen von Weltkörpern auftauchen, und — wäre es auch nur in der Ahnung, es bestätigt doch abermals den Gedanken, daß bei aller Manchfaltigkeit der Größen und Formen durch die Reihe der Welten unseres Systems sich ein gewisses Band der Verwandtschaft hindurchzieht. Gleiche stoffliche Natur verknüpft die ihre Bruchstücke zu uns niedersendenden Meteore mit unserer Erde, und gleiche Form verknüpft sie wieder mit den seltsamsten Wesen des Himmels, mit den Kometen!

Den kräftigsten Beweis für die kosmische Natur der Sternschnuppen gewährt die periodische Regelmäßigkeit, die sie in ihrem Erscheinen zeigen, wie die Stetigkeit der Himmelsörter, von denen sie ausgehen. Die überaus große Häufigkeit dieser Meteore läßt mit weit größerer Zuverlässigkeit als bei den Meteorsteinen und Leuchtkugeln Perioden erkennen. Es vergeht keine Nacht, in der sich nicht Sternschnuppen zeigen. Sie können mit großer Bestimmtheit erwarten, in jeder Stunde der Nacht 4—5 zu erblicken. Versuchen Sie es, sich daraus eine Vorstellung von der Gesammtzahl dieser Erscheinungen zu machen. Ein amerikanischer Astronom, Herrik in New-Haven, hat eine solche Berechnung gemacht, indem er von der Annahme ausging, daß für vier Beobachter, deren jeder seine Aufmerksamkeit auf ein Viertel des Himmels richtet, bei gewöhnlichem Zustande der Luft durchschnittlich 30 Sternschnuppen in der Stunde sichtbar werden. Für die gesammte Erdoberfläche erhielt er als Mittelzahl der täglich in die Erdatmosphäre eindringenden Meteore nicht weniger als 3 Millionen. Ein anderer Astronom, Coulvier-Gravier, der nur sechs als den stündlichen Mittelwerth der für zwei Personen sichtbaren Sternschnuppen annimmt, erhält für Paris allein 53,000 im Laufe eines Jahres erscheinende Meteore.

Alle diese Zahlen gelten aber nur für die gewöhnlichen Fälle. Es giebt jedoch Nächte, in denen Sie nicht 3—5, sondern mindestens 13—15 Sternschnuppen in jeder Stunde, ja Schwärme von Tausenden dieser Meteore niederfallen sehen können. Schon alte Chroniken erzählen von feurigen Lanzen, die in erstaunlicher Zahl sich am Himmel zeigten, und die Araber verglichen ihr Erscheinen

Digitized by Google

geradezu mit Heuschreckenschwärmen. Eine alte irische Tradition spricht von den feurigen Thränen, die der heilige Laurentius alljährlich an seinem Feste, den 10. August, weine. In den Tagen des Concils zu Clermont, vom 10.—12. April 1095, berichten die Chronisten, sah man von Mitternacht bis zur Morgenröthe Sterne vom Himmel fallen, so dicht wie Hagel. Man deutete dieses Ereigniß auf die bevorstehende große Bewegung in der Christenheit, auf die Kreuzzüge. Diese Neigung, den Naturerscheinungen eine Deutung zu geben durch Verkettung mit menschlichen Schicksalen und Leidenschaften, hinderte durch das ganze Mittelalter hindurch den wahren Sinn der Erscheinung zu erfassen. Selbst an der Schwelle des gegenwärtigen Jahrhunderts vermochte erst eine überraschende Großartigkeit dieser Erscheinung eine ernstere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Von besonderer Bedeutung wurde die Nacht des 12. November 1799. Länger als sieben Stunden hindurch wurde in dieser Nacht vom Aequator bis zum Polarkreise in Brasilien, in Labrador, in Deutschland und in Grönland ein Schwarm von Milliarden von Sternschnuppen beobachtet. Humboldt, der damals mit Bonpland in Cumana verweilte, schildert die Erscheinung als einem in bedeutender Höhe abgebrannten künstlichen Feuerwerk gleich. Große Kugeln, die an Größe bisweilen die Mondscheibe übertrafen, unzählige Sternschnuppen, deren Richtung regelmäßig von Norden nach Süden ging, durchschnitten ununterbrochen den klaren Himmel, auf den zahlreiche und lange phosphorische Linien gezeichnet wurden. Dreiunddreißig Jahre später, also im Jahre 1832, kehrte die Erscheinung in ähnlichem Glanze wieder, und abermals waren es die Nächte vom 11.—13. November, in welchen man in Europa, Arabien und den Vereinigten Staaten Myriaden schießender Sternschnuppen beobachtete. An einem Orte Frankreichs ergriffen die Arbeiter die Flucht vor diesem Feuerregen, und ein anderer Beobachter, der später so berühmt gewordene Leverrier, sagt, die Sternschnuppen seien einander ohne Unterbrechung und in so großer Zahl gefolgt, daß man Stunden gebraucht hätte, um die in demselben Augenblicke sichtbaren zu zählen, wenn sie still gestanden hätten. Aber von Entscheidung wurde erst die Erscheinung der Nacht vom 12. zum 13. November 1833, die namentlich in Amerika von Denison Olmstedt zu Newhaven und von Palmer in Boston beobachtet wurde. Die Sternschnuppen erschienen so zahlreich und in so vielen Regionen des Himmels zugleich, daß man bei dem Versuche sie zu zählen selbst eine rohe Annäherung nicht hoffen zu dürfen meinte. Man verglich ihre Zahl mit der Hälfte der Schneeflocken, die man während eines gewöhnlichen Schneefalls in der Luft schweben sieht. Noch gegen Ende des Phänomens um 6 Uhr Morgens zählte man in 15 Minuten 650 Sternschnuppen auf einem Raume, der nur den zehnten Theil des sichtbaren Himmelsgewölbes umfaßte. Es wäre daraus auf mehr als 240,000 Sternschnuppen zu schließen, die in der Zeit von sieben Stunden am ganzen Himmel für einen einzelnen Ort sichtbar gewesen wären. Damals machte man zuerst die Bemerkung, daß die Mehrzahl der Sternschnuppen von einem bestimmten Punkte des Himmels ausging, der in der Nähe des Regulus im Sternbild des Löwen lag und unverrückt derselbe blieb trotz der scheinbaren

Digitized by Google

Fortbewegung des Sternhimmels. Zugleich erinnerte man sich an das ähnliche in derselben Novembernacht beobachtete Ereigniß des Jahres 1799 und kam dadurch zuerst auf den Gedanken, daß es an bestimmten Tagen periodisch wiederkehrende Sternschnuppenerscheinungen gäbe. Man fand zahlreiche Beobachtungen aus früherer Zeit, die vollkommen zu dieser Ansicht stimmten, und die folgenden Jahre brachten eine auffallende Bestätigung derselben. Seitdem steht die regelmäßige Wiederkehr gewisser Sternschnuppenschwärme fest.

Das Novemberphänomen ist nicht das einzige geblieben, in welchem ein periodisches Auftreten der Sternschnuppen sich erkennen läßt. Sorgfältige Beobachtungen lenkten die Aufmerksamkeit bald auf andere unverkennbare Perioden hin. Die irische Sage von den Thränen des heiligen Laurentius wurde durch Quetelet in Brüssel die Veranlassung, auch die Nacht des 10. August in dieser Beziehung zu prüfen. Schon die Beobachtungen der ersten Jahre von 1834—1840 ließen die periodische Natur der Sternschnuppenfälle in den Nächten vom 9.—14. August unzweifelhaft erscheinen. Andere Perioden hat man für den 20.—25. April, für den 26.—30. Juli, für den 2.—5. August, für den 19.—26. Oktober und für den 9.—12. Dezember mit einiger Wahrscheinlichkeit erkannt. Allerdings entspricht die Fülle der Sternschnuppen in diesen Nächten nicht auch nur annähernd einer jener großartigen Erscheinungen, die ich vorhin schilderte, aber gleichwol sind die periodischen Fälle noch unverkennbar von den vereinzelten gewöhnlicher Nächte zu unterscheiden. Die Zahl der in einer solchen Periode erscheinenden Sternschnuppen betrug in der Stunde nicht unter 15—20, in den meisten Fällen sogar 60—70. Dazu kommt noch die Regelmäßigkeit der Richtung. Sporadische Sternschnuppen gehen ganz unregelmäßig von den verschiedensten Punkten des Himmels aus. Periodische zeigen immer einen vorherrschenden Ausgangspunkt, der nicht mit der Umdrehung des Himmelsgewölbes wechselt und meist in der Richtung gelegen ist, gegen welche der Lauf der Erde hingeht. Ich erwähnte Ihnen schon, daß bei dem berühmten Novemberphänomen, die Mehrzahl der Meteore von dem Sternbild des Löwen auszugehen schien. Bei dem Augustphänomen ist noch weit bestimmter ein Punkt in der Nähe des Algol im Sternbild des Perseus als Ausgangspunkt hervorgetreten. Dieser Punkt scheint überhaupt derjenige, welcher das ganze Jahr hindurch die meisten Meteore liefert. Gewöhnlich zeigen sich gleichzeitig mehrere Ausgangspunkte thätig, und zwar außer dem Punkte im Perseus und im Löwen zwei Punkte in der Kassiopeja und im Drachenkopf.

Daß durch diese Regelmäßigkeit in der Erscheinung der Sternschnuppen jene schon bei Gelegenheit der Meteorsteine erwähnte Theorie eine große Wahrscheinlichkeit erhält, ist unzweifelhaft. Nach der besonders von Erman ausgebildeten Ansicht bestehen also mehrere Schwärme oder Ströme von Meteoren oder Asteroiden, wie man sie auch zu nennen pflegt, deren Bahnen die Bahn unserer Erde schneiden. Es ist gleichsam ein geschlossener Ring, aus Millionen kleiner Weltkörper gebildet, die ähnlich unsern Planetoiden nahe liegende, in sich verschlungene Bahnen verfolgen. Wegen einer ungleichen Gruppirung dieser

Digitized by Google

kleinen Körper hat dieser Ring vielleicht eine solche Breite, daß die Erde ihn erst in mehreren Tagen durchschneiden kann. Daß sich nur selten so glänzende Erscheinungen darbieten, wie die im November 1832 und 1833, und daß auch diese dann oft nur für sehr schmale Räume der Erdoberfläche sichtbar werden, erklärt sich aus der Zusammenhäufung der Asteroiden in verschieden dichte Schwärme. Daß in einzelnen Jahren diese Ströme in sehr geringem Glanze, oft völlig unmerklich, wie in den letzten Jahren, auftreten, kann vielleicht selbst an einer Veränderung in der Gestalt und Lage dieser Asteroidenbahnen liegen, welche sie durch die störende Einwirkung anziehender Planeten erleiden.

Wenn aber die Meteorschwärme überhaupt in gesetzmäßigen Bahnen die Sonne umkreisen, so müssen sie unzweifelhaft auch in entsprechenden Perioden vor der Sonne vorübergehen. Man will eine Bestätigung dieser Ansicht in gewissen plötzlichen Verdunkelungen der Sonne finden. Schon im Mittelalter hatte man sich vergebens bemüht, manche sonderbare Verfinsterungen der Sonnenscheibe zu erklären, welche die Sterne am Mittag sichtbar werden ließen und bisweilen, wie im Jahre 1547 zur Zeit der verhängnißvollen Schlacht bei Mühlberg, drei Tage lang anhielten. Weder Höhenrauch, noch vulkanische Asche, noch „rußige Ausdünstungen" des Sonnenkörpers konnten eine rechte Erklärung dieses Phänomens abgeben. Seit der Erkenntniß regelmäßig wiederkehrender Sternschnuppenschwärme war man geneigt, an einen Zusammenhang dieser mit jenen räthselhaften Verfinsterungen zu glauben. Messier erzählt sogar, daß er am 17. Juni 1777 um die Mittagszeit 5 Minuten lang eine außerordentliche Zahl schwarzer Kügelchen vor der Sonne vorüberziehen sah. Zwei Verdunkelungen der Sonne, die eine im Anfang des Februar 1106, die andere am 12. Mai 1706 um 10 Uhr Morgens, welche letztere so bedeutend war, daß die Fledermäuse zu fliegen begannen und man Licht in den Wohnungen anzündete, veranlaßten einzelne Astronomen, namentlich A. Erman und Petit, zu bestimmteren Schlüssen. Sie fanden, daß die Augustasteroiden genau um die Zeit des 7. Februar, die Novemberschwärme um die Zeit des 12. Mai in ihrer Bahn vor der Sonnenscheibe vorüberziehen müssen. Letztere Periode steht nun zugleich in einem bedeutsamen Zusammenhange mit den im Volksglauben verrufenen kalten Tagen des Mai. Es ließe sich also wol denken, daß eine so oft beobachtete und so ansehnliche Temperaturerniedrigung an jenen Tagen durch das Vorüberziehen dichter Schaaren solcher kleinen Weltkörper, welche unsere Erde des Sonneneinflusses berauben, bewirkt werde. Freilich hat Dove in neuerer Zeit eine sehr einleuchtende Erklärung jener kalten Tage gegeben, welche sie auf meteorologische Gründe, d. h. auf Wirkungen eigenthümlicher Luftströmungen zurückführt.

Die Ansichten, die ich Ihnen hier als die Frucht der neuesten wissenschaftlichen Forschungen entwickelt habe, gehen in ihrem unbewußten Keime in ein hohes Alterthum zurück. Man darf die Wissenschaft des Alterthums nicht überschätzen, wie man es noch heute gar zu gern thut, aber man darf auch die gesunden, vernünftigen Gedanken, die daraus hervorleuchten, nicht völlig verachten. Das

Digitized by Google

griechische Alterthum, das immer unerschöpflich in Deutungen und Vermuthungen gewesen ist, hatte auch über den Ursprung jener Phänomene wahrhaft überraschende Ansichten. Schon manchem griechischen Naturphilosophen waren sie mehr als blos vorübergehende Lufterscheinungen oder entzündete Luftarten, die sich in den obern Regionen gesammelt hätten; sie waren ihnen „ein Fall himmlischer Körper, die durch ein gewisses Nachlassen der Schwungkraft und durch den Wurf einer unregelmäßigen Bewegung herabgeschleudert werden, nicht blos auf die bewohnte Erde, sondern auch außerhalb in das große Meer, wo man sie nicht findet". Diogues von Apollonia nannte sie geradezu „unsichtbare Sterne, die sich namenlos mit den sichtbaren zusammen bewegen und bisweilen auf die Erde fallen und erlöschen, wie jener steinerne Stern, der ganz feurig bei Aegospotamos fiel." Aeltere Philosophen, wie Anaxagoras, dachten sich nämlich alle Gestirne als Felsstücke, die der feurige Aether in seinem Umschwunge von der Erde losgerissen, entzündet und zu Sternen gemacht habe. Aber die Griechen hielten ja die Erde für den Centralkörper, um den sich her einst Alles in ähnlicher Weise gebildet habe, wie nach unsern heutigen Ansichten alle Weltkörper eines Systems aus der erweiterten Sphäre eines andern Centralkörpers, der Sonne, entstanden. So hatten also schon die alten Griechen eine ziemlich richtige Vorstellung von dem kosmischen Ursprunge und Dasein der Meteorsteine und Sternschnuppen, eine Höhe der Anschauung, zu welcher sich das Mittelalter und selbst der freiere Geist der letzten Jahrhunderte nicht erheben konnte. Die Menschheit schien erstarrt in Gleichgültigkeit und Zweifelsucht. Seit Jahrtausenden waren vor den Augen der Menschen Meteorsteine gefallen, Khalifen und mongolische Fürsten hatten aus ihren Massen Schwerter schmieden lassen, Menschen waren durch ihren Fall zerschmettert, Häuser in Brand gesteckt worden; und doch achtete man sie für nichts als bedeutsame Spiele des Zufalls, bis Chladni ihren innigen Zusammenhang mit der Weltordnung erkannte.

Auf die Phantasie allein und die dunkle Ahnung der Völker verfehlten diese prachtvollen und wunderbaren Phänomene zu keiner Zeit ihre Wirkung. Plötzlich sah man Bewegung eintreten mitten auf dem Schauplatze nächtlicher Ruhe; auf Augenblicke begann es sich zu beleben und zu regen im stillen Glanze des Firmaments; lange Feuerstreifen flammten auf, und mit mildem Lichte tauchte ein vergänglicher Stern auf. Mußte das nicht den Volkssinn erwecken zu dichterischen Ahnungen einer unbekannten jenseitigen Welt? Wem wäre nicht so manche wahrhaft edle Anschauung bekannt, die sich uns noch jetzt in dem kindlichen Aberglauben der Völker offenbart! Die Spinnerin, so heißt es in einer lithauischen Volksdichtung, beginnt den Schicksalsfaden des neugebornen Kindes am Himmel zu spinnen, und jeder dieser Fäden endet in einen Stern. Naht der Tod des Menschen, so reißt sein Faden, und der Stern fällt erbleichend zur Erde nieder. Selbst die Einbildungskraft roher Naturvölker entzündete der Anblick dieser Naturerscheinung zu schönen Dichtungen. Die Sterne, heißt es auf den Gesellschaftsinseln, sind die Geister der Verstorbenen; man giebt ihnen die Namen seiner Lieben. Ein fallender Stern ist ein Geist auf der Flucht

Digitized by Google

vor einem mächtigen bösen Gotte, und zur Erde flieht der Geist zurück, weil er dort Hülfe erwartet in der Liebe der Zurückgebliebenen. Der Mensch kettet ja so gern sein Schicksal an die Sterne; dort will er lesen, was ihm der dunkle Schleier der Zukunft verhüllt; dorthin versetzt er die Geister der Abgeschiedenen, denn dort sind die Räume des Lichts und der Freiheit. Nur eine ganz rohsinnliche Naturanschauung konnte in den Sternen Lichter erblicken, die sich putzen, um wieder heller zu leuchten, und deren Schnuppen zur Erde fallen.

Auch der ernsten Wissenschaft bleiben jene Meteore noch immer eine Quelle reicher Gedanken. Hier zum ersten Male begegnen wir unsichtbaren Weltkörpern, deren Dasein uns allein durch Phänomene des Erglühens in der Nähe der Erde, vielleicht auch durch Verdunkelung des im Brennpunkte aller Planetenbahnen befindlichen leuchtenden Gestirns bekannt wird. Denn ob diese Körper vielleicht auch in ihrer Gesammtmasse durch Reflexion des Sonnenlichtes sichtbar werden können, ob etwa irgend eine Beziehung zwischen ihnen und dem Zodiakallicht besteht, ist noch sehr zweifelhaft. Zum ersten Male treten wir in einen unmittelbaren Verkehr mit der Außenwelt. Es sind nicht mehr Körper, die nur aus der Ferne leuchten und wärmen oder durch Anziehung bewegen und bewegt werden; es sind Theile von Himmelskörpern selbst, die aus dem Weltenraume in unsere Atmosphäre gelangen und unserm Erdkörper verbleiben. Hier können wir betasten und wägen, was einer fremden Natur angehört. Nicht mehr die Vergängliches schaffende Phantasie, sondern die rechnende, denkende Vernunft beginnt hier ihre Thätigkeit, läßt, in kleine Massen geballt, dunkle Sternschnuppenasteroiden um die Sonne kreisen, kometenartig die Bahnen der großen Planeten durchschneiden und strahlend aufflammen, wenn sie der Zug der Schwere in die Nähe unsers Erdkörpers führt.

In endlose Fernen drohten uns neulich die Kometen hinauszulocken, wie Arago selbst zu glauben geneigt ist, hinaus über die Grenzen unserer Heimat in die Anziehungsgebiete fremder Sonnen. Hier diese kleinen, vielleicht kometenähnlichen Welten, diese Feuermeteore und Sternschnuppen, haben uns zur Erde zurückgeleitet. So findet sich auch in den Räumen des Himmels eine Verkettung von Nähe und Ferne, von Fremdartigem und Verwandtem. Aber nur als Fremdlinge haben wir diesmal die Heimat betreten, und abermals stürmen wir nun hinaus zu den Grenzen des heimischen Gebietes, und dann werden wir auch diese verlassen, und das ungeheure, von zahllosen Welten erfüllte Reich unserer Sonne wird hinter uns schwinden, wird als ein Punkt, als ein schimmernder Stern nur noch winken an dem neuen Sternhimmel, der sich über uns wölben wird.

Digitized by Google

Hind, Halley, Leverrier.

Rückblick auf das Planetensystem.

An den Grenzen eines durchwanderten Gebietes, da wo in Charakter, Sitte, Sprache, Gesetz zwei Nationen, im physiognomischen Ausdruck zwei Länder sich scheiden, da hemmt wol gern der Wanderer seinen Schritt, um mit den Blicken seine Gedanken noch einmal zurückschweifen zu lassen und die zerstreuten Erfahrungen in ein Gesammtbild zusammenzufassen, das von dem innern Sinn begriffen werden mag. An dieser Grenze ist es, wo die Geschichte und die Verfassung eines Landes erst eine rechte Bedeutung zu gewinnen scheinen, wo die Bedingungen seines Bestehens und die Gefahren seiner Zukunft nahe gerückt werden. Wie hätten wir nun an den Grenzen dieses großen heimatlichen Gebietes, das wir als unser Sonnensystem, als unsere planetarische Welt bezeichneten, nicht für einen Augenblick wenigstens unsern eilenden Flug hemmen sollen, um rückwärts zu schauen auf diese manchfaltigen, zahllosen Gestalten, die doch zu einer Ordnung zusammengehalten, unter ein Gesetz gestellt, Jahrtausende hindurch die kühnsten und genialsten Anstrengungen des menschlichen Geistes erforderten, um dem irdischen Wanderer zugänglich zu werden! Wie hätten wir gedankenlos die Schwelle eines Jenseits überschreiten können, hinter der sich eine Unendlichkeit an Raum und Zeit eröffnet, eine Fremde, die uns in ihrer Fülle und Oede unser eigenes Heimatsgebiet zu entfremden droht!

Digitized by Google

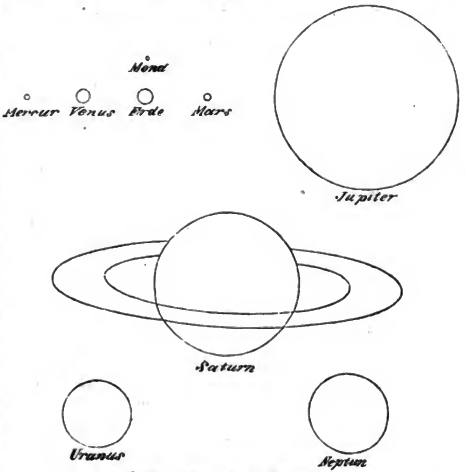
„Sie haben uns an Stätten geführt", wandte sich eine meiner Begleiterinnen zu mir, „wo die Sonne zu einem strahlenden Sterne zusammenschrumpfte, und Sie wollen uns weiter hinausführen, und dieses ganze ungeheuere Gebiet, an dessen Grenze wir stehen, soll abermals in einen einzigen, winzigen Punkt versinken. Sollten denn jene unruhig funkelnden Fixsterne dort oben, die ja doch auch Sonnen gleich der unserigen sind, nicht ähnliche Weltengebiete umfassen, von ähnlichen Schaaren von Planeten, Kometen, Asteroiden umkreist werden?"

„Wenn es Ihnen ein Bedürfniß ist", erwiederte ich, „die Welt nach gewohnten Vorstellungen auszubauen und den Himmelsraum mit Vasallenschaaren zu erfüllen, warum nicht? Nur eine wissenschaftliche Nothwendigkeit zwingt nicht zu solcher Annahme. Sehen Sie nur auf unser eigenes Planetensystem. Da haben Sie neben den großen Planeten, die von zahlreichen Trabanten umkreist werden, andere Planeten, wie den Merkur, den Mars, die Venus, die gar keinen Trabanten haben. Warum sollen also nicht neben Sonnen, die über zahlreiche Weltenschwärme gebieten, auch einsame Sonnen den Raum durchwandern? Jedenfalls werden Sie, wenn Sie sich an das wirklich Erforschte halten und die Anmaßung bloßer Möglichkeiten zurückweisen, sich dem Gedanken nicht entziehen können, daß das Sonnensystem, wie ich es Ihnen, auf die Forschungen der letzten Jahrhunderte gestützt, enthüllt habe, das reichste Bild von den Beziehungen zahlreicher Weltkörper zu einem einzigen gewährt."

„Lassen Sie uns die Gelegenheit benutzen", fuhr ich fort, „noch einmal die Reihe der Gestalten zu durchfliegen, denen wir in diesem Sonnensystem begegneten. Da haben Sie vor allen die Sonne, die Weltleuchte, das pulsirende Herz dieses Weltenreiches, mehr als 700mal an Masse die gesammte Planetenwelt überwiegend. Sie begegneten dann einer Schaar von Planeten, kugelförmigen, dunkeln Weltkörpern, die sich in verschiedenen Abständen, aber fast in gleicher Ebene um die Sonne bewegten. Auch hier zeigte sich wieder eine auffallende Manchfaltigkeit. Schon die Größe schied sie in gewisse Gruppen. Da waren vier Planeten, der Sonne am nächsten stehend, von mäßiger Größe, von fast gleicher Dichtigkeit, in fast gleicher, ziemlich langsamer Bewegung um die Axe schwingend. In weiter Ferne trafen Sie abermals vier Planeten von riesiger Größe, von auffallend geringer Dichtigkeit, die nicht ein Viertel der irdischen überstieg, und mit großer Geschwindigkeit, die irdische um das Doppelte übertreffend, um die Axe rotirend. Zwischen diesen beiden Gruppen stand eine dritte, von zahlreichen, außerordentlich kleinen Planeten gebildet, die sich in sehr stark geneigten, excentrischen, in einander verschlungenen Bahnen bewegten. Die größeren der Planeten zeigten sich überdies von Monden begleitet, und diese Monde boten in ihrer Bewegung eine überraschende Uebereinstimmung dar, indem ihre Axendrehung mit ihrem Umlaufe um die Hauptplaneten genau zusammenfiel. Sie begegneten dann weiter in dem Raume, welcher von den Planeten gemieden schien, einer Schaar zahlloser Kometen, die, wunderbar manchfaltig von Gestalt und Bewegung, nach allen Richtungen und in alle Fernen schweifend, bald von den Planetenbahnen umschlossen, bald nur in ihrer Sonnennähe

Digitized by Google

diese berührend, doch in der excentrischen Gestalt und der bedeutend geneigten Lage ihrer Bahnen, sowie in der außerordentlich geringen Dichtigkeit ihrer Masse eine gewisse Verwandtschaft verriethen. Sie sahen dann weiter die Zahl der Weltkörper unseres Systems vermehrt durch die Schwärme der Meteor-Asteroiden, welche ähnlich den kleinen Planeten in vielfach unter sich verschlungenen Bahnen die Sonne umkreisen und in einzelnen Eigenthümlichkeiten der äußern Erscheinung, namentlich in den Schweifen, an die Kometen zu erinnern schienen. Ich hatte Sie endlich noch auf eine geheimnißvolle Form der Materie unseres Sonnengebietes aufmerksam gemacht, die uns in der Erscheinung des Thierkreislichtes sichtbar wird und wahrscheinlich einem Ringe staub- oder nebelartiger Materie angehört, der zwischen Venus- und Merkursbahn schwebt.



Größenverhältnisse der Planeten.

Als wir dieses reiche Gebiet unseres Sonnensystems durchschweiften, wird ein wichtiger Umstand Ihrer Aufmerksamkeit nicht entgangen sein. Was wir von diesen Welten erfuhren und erforschten, war im Wesentlichen einer Zurückführung auf Zahlenverhältnisse fähig und stützte sich auf Voraussetzungen, die einer strengen Prüfung unterworfen werden konnten. Einzelne dieser Voraussetzungen habe ich Sie selbst prüfen gelehrt, andere gehören einer besondern mathematischen Wissenschaft, einer Mechanik des Himmels an. Was sich dem Bereiche der Zahlen entzog, das war nur die Deutung der planetarischen Oberflächen, der gasförmigen Umhüllungen der Weltkörper, der Natur der Kometenschweife, des Zodiakallichts und der räthselhaften Meteor-Asteroiden. Was aber durch die Zahl überwältigt wird, das ist die eigentliche Errungenschaft der astronomischen Forschung. Eine Zahlentabelle, wie sie etwa die Bahnelemente der Planeten darstellt, oder selbst eine bildliche Darstellung der Planetenbahnen enthält einen tiefern geistigen Inhalt, als ganze Bücher des Alterthums über die Ordnung des Himmels. Gewiß, ein Astronom des Alterthums, wenn er heute unter uns träte,

Digitized by Google

würde in weit gerechteres Erstaunen über diese Zahlen gerathen, als über die Wunder unserer Mechanik, über Dampfmaschinen und Telegraphen.

Nur Zahlen führen zu Gesetz und Ordnung; nur sie lehren eine Gemeinsamkeit der Verhältnisse kennen, eine innere Einheit, sei es durch das Gesetz oder durch den Ursprung, erschließen. Wenn die Alten auch am Himmel ihrem bekannten Gange, Alles zu ordnen und in Systeme abzugrenzen, folgten, so konnten sie sich dabei nur auf sehr äußerliche Wahrnehmungen stützen. Nicht die Wirklichkeit zu begreifen, sondern die zerstreuten Thatsachen der Erfahrung zusammenzufassen, war der Zweck ihrer Systeme. Nur zu erklären suchte man, und wenn die einfachen Erklärungen nicht ausreichten, so mußte man, wie einer der denkendsten Astronomen des Alterthums, Claudius Ptolemäus, sagt, andere mögliche Voraussetzungen wählen und sich begnügen, wenn sich die Erscheinungen dadurch erklären ließen. Sie können sich denken, welche verwickelte Gestalt ein System bei solchen Grundsätzen bisweilen erlangen konnte, und werden es dem König Alfons von Castilien nicht verargen, wenn er kopfschüttelnd ausrief: „Hätte Gott mich bei seiner Schöpfung zu Rathe gezogen, ich hätte der Welt eine bessere Ordnung gegeben!" Ich will Sie nicht mit der Aufzählung aller der verschiedenen Vorstellungen ermüden, die man sich in der Vorzeit von der Ordnung der Welt gebildet hat, sondern Ihnen nur ein Gesammtbild von der herrschenden Anschauung zu entwerfen suchen, die noch bis in das 16. Jahrhundert unserer Zeitrechnung hinaufreicht.

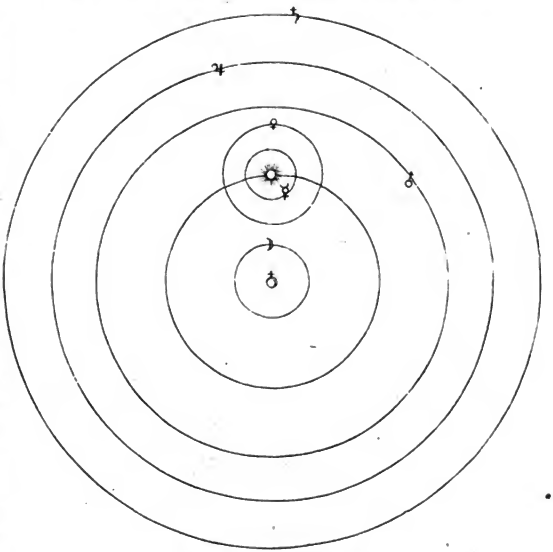
Es waren außer unserer Erde bekanntlich nur sieben Weltkörper unseres Sonnensystems, von denen die Alten eine Kunde hatten, und von diesen galten wenigstens in früherer Zeit nur fünf als eigentliche Planeten. Sonne und Mond wurden wegen ihrer scheinbaren Größe, wegen ihrer auffallenden Beziehungen zum Erdleben und, was damit zusammenhängt, wegen ihrer mythisch-religiösen Bedeutsamkeit streng von den Planeten getrennt gehalten. Der Ursprung der Planetennamen reicht in unbekannte Zeitfernen hinauf; die Planetenzeichen dagegen gehören erst der Astrologie des Mittelalters an, reichen in ihrer heutigen Form sogar nicht über das 15. Jahrhundert hinaus. Die Erde bildete den Mittelpunkt der Welt. Vereinzelte ahnungsvolle Anschauungen eines Philolaus, eines Aristarch, welche der Erde einen Kreislauf um die Sonne zuschrieben, vermochten nicht dem Vorurtheile der Menge gegenüber sich Geltung zu verschaffen und verloren sich spurlos in dem Dunkel der folgenden Zeiten. Auch jene später auftauchende Meinung über den Weltbau, welche fälschlich den Aegyptern zugeschrieben wird, und nach welcher die untern Planeten, Merkur und Venus, als Satelliten der selbst um die Erde kreisenden Sonne aufgefaßt wurden, bildet nur ein vereinzelt gebliebenes Zeugniß für die glücklicheren Versuche jener Zeit, die Erscheinungen des Himmels zu deuten.

Die herrschende Ansicht des Volkes von der Ordnung der Gestirne findet ihren Ausdruck in dem System des Aristoteles, wie es durch die bewunderungswürdigen Forschungen Hipparch's und die kühnen, aber geistvollen Constructionen des Claudius Ptolemäus erweitert und ausgebaut, unter den Schutz der christlichen

Digitized by Google

Kirche des Mittelalters aufgenommen, bis in das 16. Jahrhundert eine fast einzig dastehende Gewalt über die Geister ausgeübt hat. Die Erde ruhend im Mittelpunkt des All, um sie die Planeten an krystallenen Himmelssphären sich bewegend, zunächst der Mond, dann der Merkur, die Venus, die Sonne, Mars, Jupiter und Saturn, endlich die Fixsternsphäre und das Ganze umschließend die äußerste Sphäre des ersten Bewegers, der Urkraft der himmlischen Bewegungen — das sind die Grundzüge des aristotelisch-ptolemäischen Systems.

Sie dürfen sich die Aufstellung eines solchen Systems keineswegs zu leicht vorstellen. Zunächst hatte man ja nichts als den sinnlichen Schein; Beobachtungen brachten nur Schwierigkeiten statt Aufhellungen. Da gab es mancherlei Bewegungen, die in Einklang gebracht werden sollten. Einmal war es die tägliche Bewegung des Himmels von Ost nach West, die mit einer andern eigenthümlichen und langsamen Bewegung in Uebereinstimmung zu bringen war, welche die Sterne in einer Periode von 25,000 Jahren von West nach Ost um die Pole der Ekliptik führt. Dann mußte gleichzeitig eine dritte Bewegung berücksichtigt werden, welche die Sterne alljährlich von Ost nach West, also in entgegengesetzter Richtung um die Pole der Ekliptik führt. Endlich waren die jährliche und tägliche Bewegung der Sonne mit einander in Einklang zu bringen, die gleichfalls entgegengesetzt gerichtet sind. Dazu kam noch der eigenthümliche Lauf, den jeder einzelne Planet verfolgt. Gewiß erforderte es keinen geringen Aufwand von Scharfsinn, einen Himmelsmechanis-



Das ägyptische Weltsystem.

Digitized by Google

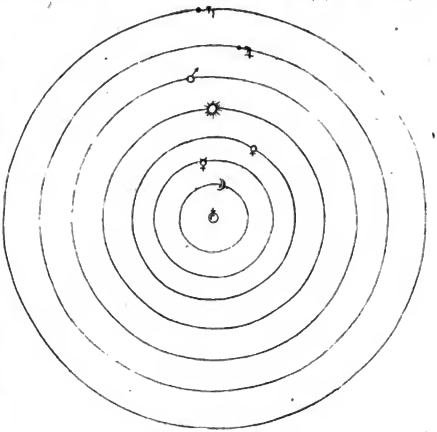
mus zu erdenken, der allem Diesem gleiche Berücksichtigung angedeihen ließ. Man nahm nun verschiedene feste Krystallhimmel an, die sich über einander bewegten und einander die von dem ersten Beweger erhaltene Bewegung mittheilten, während an ihnen selbst wieder die Planeten ihre besondern Wege gehen konnten. Jene Himmelssphären mußten fest sein, weil sie sonst keinen Einfluß auf einander hätten ausüben, die tägliche Bewegung nicht gemeinsam hätten ausführen können. Sie mußten vom reinsten Krystall sein, da sonst das Licht der Sterne sie nicht hätte durchdringen können. Als die Beobachtung fortschritt, genügten nicht einmal mehr die sieben oder acht ursprünglich angenommenen Krystallsphären. Schon Ptolemäus mußte die Zahl der Himmelskreise vermehren, mußte den eigentlichen Bahnen der Planeten andere Kreise anweisen, deren ideale Mittelpunkte nur sich in den alten Sphären bewegten. Jede neue Bewegung, die man beobachtete, zwang zur Einführung neuer Kreise, und kaum glaubte man seine Sphären vollendet, so fand sich eine neue Abweichung, und um sie zu erklären, mußte man an eine Ausbesserung, eine Vervielfältigung des Mechanismus denken. Die Zahl der Himmelskreise stieg allmälig auf einige siebzig. Sie können sich denken, daß diese künstliche Himmelsmaschinerie von Sphären und Epicykeln, von concentrischen und excentrischen Kreisen nicht geeignet war, das Räthsel der Himmelsbewegungen zu lösen; aller Aufwand menschlichen Scharfsinns schien hier vergeblich.

Sie werden fragen, wie es überhaupt möglich war, sich Bewegungen zu denken, die jenen Epicykeln mitten durch die dicken Krystallschalen hindurch ertheilt werden mußten. Aber nach der Weise der damaligen Zeit wußte man sich aus mancher Schwierigkeit herauszuwickeln. Man dachte sich z. B. Furchen an jenen Sphären gezogen, durch welche die Mittelpunkte der Epicykeln geräuschlos und ohne Reibung hinglitten. Wenn man aber auch Manches, freilich nicht im modernen Geschmacke zu erklären vermochte, so blieben doch immer noch Räthsel genug übrig. Namentlich waren es Merkur und Venus, die bald unüberwindliche Schwierigkeiten darboten. Die Ungleichheiten ihrer Geschwindigkeit, ihre Rückläufe und Stillstände, namentlich ihre verschiedenen scheinbaren Größen fanden in diesem Systeme keine Lösung.

Leider hat dieses ptolemäische System, getragen durch die Autorität der aristotelischen Philosophie, mit der man es in Zusammenhang zu bringen wußte, fast anderthalb Jahrtausende hindurch sich in einer wahren Heiligkeit erhalten, und theologische Schriftsteller haben noch ein volles Jahrhundert nach der Reformation jeden Angriff auf dieses System wie eine Anfeindung unseres kirchlichen Glaubens zurückgewiesen. Unter seinen sich selbst aufgelegten Fesseln hat die Wissenschaft hart gebüßt; die Wege der Beobachtung waren ihr verschlossen, und dem Auge war es verwehrt, unbefangen die Erscheinungen der Natur selbst zu schauen. Der Erste, der es wagte, das alte System zu stürzen, war Nikolaus Copernicus oder Kopernik, geboren zu Thorn im Jahre 1472, gestorben als Bischof zu Frauenburg im Jahre 1543. Auf der Hochschule zu Krakau gebildet, durch Reisen in Italien in Verkehr mit den geistvollsten Forschern jener Zeit, erkannte er bald die Zerissenheit der damaligen astronomischen Wissenschaft und

Digitized by Google

seine eigenen Studien am Himmel lehrten ihn den Grund dieser Zerissenheit in den Mängeln der ptolemäischen Weltordnung finden. Da zerschlug er mit kühner Hand die Krystallsphären des Ptolemäus, zerriß seine Kreise und Epicykeln, hemmte den rasenden Wirbel des ersten Bewegers. Er gebot der Sonne Stillstand und befestigte sie in der Mitte des Alls; er störte die Erde aus ihrer Ruhe auf und schleuderte sie hinaus in die Wogen des Aethers, um im Vereine mit den andern Planeten die Sonne zu umkreisen. Es war eine kühne, eine gefahrvolle That. Die öffentliche Meinung stand ihm entgegen, die Kirche bedrohte mit ihren Bannflüchen die neue Ketzerei, und selbst die Gelehrten sträubten sich gewaltsam gegen eine solche das ganze Wissenschaftsgebäude erschütternde Neuerung. An einem der gelehrtesten und scharfsinnigsten Männer seiner Zeit, an Tycho de Brahe, fand Copernicus seinen gefährlichsten Gegner. Aber das System des Tycho, durch welches der letzte Versuch gemacht wurde, der Erde ihre Ruhe zu erhalten, indem die Sonne mit dem gesammten Heer der Planeten sich um die ruhende Erde bewegen sollte, gerieth noch bei Lebzeiten des Tycho in Vergessenheit. Copernicus hatte den Gedanken aus seinem Zauberschlaf erlöst; er ließ sich nicht mehr bannen.



Das ptolemäische Weltsystem.

Copernicus war erst 35 Jahre alt, als er sein unsterbliches Werk über die Umwälzungen der Himmelskörper schrieb. Aber erst nach mehr als 30 Jahren wagte er es, gedrängt von seinen Freunden, es der Oeffentlichkeit zu übergeben, und schon lag er auf dem Sterbebett, als er das erste gedruckte Exemplar seines Buches in den Händen hielt. Obgleich er sein Werk dem Papste Paul III. gewidmet hatte, obgleich er darin seine Lehre nur als eine Hypothese zur Vereinfachung der Himmelserscheinungen hingestellt hatte, entging es doch, wie er gefürchtet, dem Bannfluch der Kirche nicht.

Die Einführung des Copernikanischen Systems bezeichnet einen eben so wichtigen Zeitabschnitt für die Geschichte der Wissenschaft, wie die Reformation für Staatsleben und Religion, und es ist keineswegs ein völlig gleichgültiger und zufälliger Umstand, daß an der Schwelle des 16. Jahrhunderts so zahlreiche

Digitized by Google

weltenerschütternde Thaten zusammentreffen, das System des Copernicus mit der Reformation, die Entdeckung Amerikas mit der Erfindung der Buchdruckerkunst. Ein neuer Geist strömte über die Geschichte aus, und das Zeitalter, das mit der That des Copernicus beginnt, ließ hinter sich die träumerischen Spiele, in denen man sich die große wie die kleine Welt aufgebaut hatte, entwand sich dem Gängelband der Autorität, um mit dem Ernste des Gedankens und in unbeschränkter Freiheit des Forschens die Wirklichkeit in ihren Innersten zu ergründen. Thatsachen bildeten fortan den Grund aller Erkenntniß, und das Gesetz in den Dingen war der Mittelpunkt, um den sich alle Wissenschaft drehte.

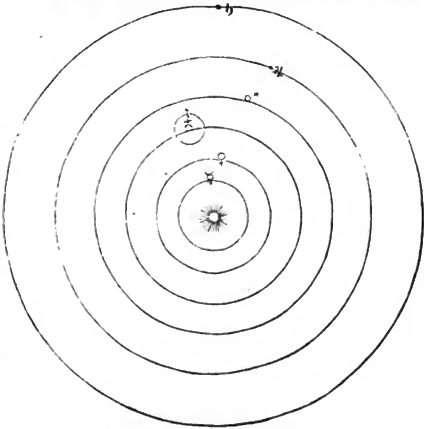
Das Copernikanische System war eben nur erst die Grundlage der neuen Wissenschaft des Himmels; es fehlte ihm aber noch jener innere Kern, das Gesetz, als der geistige Ausdruck des ursächlichen Zusammenhangs der Erscheinungen. Die Grundzüge des Copernikanischen Systems sind Ihnen ohne Zweifel bekannt. Die tägliche Bewegung der Erde um ihre Axe, die jährliche Bewegung der vom Monde begleiteten Erde um die Sonne, endlich die Bewegung sämmtlicher Planeten in der Reihenfolge, in welcher wir sie durchwandert haben, um die ruhende Sonne, das ist der kurze Inhalt jener Lehre. Die Form der Bahnen, in welcher sich die Erde und alle Planeten bewegen, war noch von Copernikus als kreisförmig beibehalten worden; hatte doch die Kreislinie fast zwei Jahrtausende hindurch als die vollkommenste aller Linien gegolten. Aber hier zeigten sich nun die ersten Schwierigkeiten des neuen Systems. Schon Copernicus erkannte, daß die Ungleichheiten in der Bewegung der Planeten einer besondern Erklärung bedurften, und glaubte sie in der Annahme excentrischer Kreise zu finden. Er setzte die Sonne also nicht genau in den Mittelpunkt der Planetenkreise. Aber die Beobachtung schritt fort, die Mittel der Beobachtung mehrten und verfeinerten sich. Neue Thatsachen wurden aufgedeckt, die in Widerspruch mit den bisherigen Annahmen traten. Man fand, daß die Geschwindigkeit der himmlischen Bewegungen überhaupt keine völlig gleichförmige sei, wie sie es doch bei der Annahme einer Kreisbewegung nach den Grundsätzen der Mechanik sein mußte. Da war es Zeit, dem Himmel seine Gesetze zu geben, und der große Gesetzgeber des Himmels war Kepler. 73 Jahre nach dem Tode des Copernicus stellte er seine drei unsterblichen Gesetze auf, durch welche über die Gestalt der Bahnen, über die Geschwindigkeit der Bewegungen und die Beziehungen zwischen Abständen und Umlaufszeiten der Planeten eine unzweifelhafte Entscheidung gegeben ward. Die Planeten bewegen sich sämmtlich in Ellipsen, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht — so lautete das erste Gesetz. Der Brennstrahl oder der Radius vector, d. h. die von der Sonne zu einem Planeten gezogene Linie, durchläuft in gleichen Zeiten immer gleiche Flächenräume oder Ausschnitte — das ist das zweite wichtige Gesetz, durch welches der Astronom in den Stand gesetzt wird, den Ort jedes Planeten in seiner Bahn für jede gegebene Zeit durch Rechnung zu bestimmen. Die Quadrate der Umlaufszeiten zweier Planeten verhalten sich wie die Kubikzahlen ihrer mittlern Entfernungen von der Sonne — das ist endlich das dritte Gesetz, durch welches

$$\frac{T^2}{T'^2} = \frac{D^3}{D'^3}$$

Digitized by Google

eine Wechselbeziehung der einzelnen Planeten zu einander festgestellt und der auffallenden Thatsache ein Ausdruck gegeben wird, daß die Geschwindigkeiten der einzelnen Planeten in ihrer Bahnbewegung keineswegs gleich sind, sondern mit der Entfernung von dem Centralkörper verlangsamen. Sie wissen, von welcher Wichtigkeit dieses Gesetz für die Raumverhältnisse unseres Planetensystems geworden ist, da es dem Astronomen die Mittel gewährt, aus den leicht zu beobachtenden Umlaufszeiten der Planeten auf ihre Abstände von der Sonne zu schließen und diese endlich auf ein gemeinsames Maß, als das wir den Abstand der Erde von der Sonne kennen gelernt haben, zurückzuführen.

Copernikus hatte die festen Krystallhimmel zertrümmert und die Welten hinausgeschleudert in den leeren Raum. Kepler hatte jetzt diesen Welten Gesetze gegeben. Aber die Kraft, welche die Welten trägt, welche sie in ihren Bahnen hält und mit ihren Centralkörpern verknüpft, war noch unbekannt; den Gesetzen Kepler's fehlte noch die Seele. Denn der Geist eines Gesetzes ist seine Allgemeinheit. Erst als der Ausfluß einer ewigen, Alles durchdringenden Kraft hat es seine sichere Gewähr. Newton war es, der den Gesetzen des Himmels das Siegel der Ewigkeit aufdrückte, der der geheimnißvollen Urkraft, aus der sie geflossen, einen Namen gab, und indem er sie zu einem allgemeinen Weltgesetz erhob, Himmel und Erde mit einander erst wahrhaft verknüpfte. Es war 70 Jahre nach der Entdeckung der Kepler'schen Gesetze, als Newton sein Gravitationsgesetz aufstellte. Jeder Körper, lautet dieses Gesetz, übt auf jeden andern eine anziehende Kraft aus, deren Größe sich direkt verhält wie die Masse des anziehenden Körpers und umgekehrt wie das Quadrat seines Abstandes. Die Planeten fallen zur Sonne gleich dem fallenden Stein oder dem schwebenden Pendel, von derselben Schwere gezogen. Das gleiche Gesetz leitet den geworfenen Stein zur Erde, wie den kreisenden Planeten um die Sonne: das ist der bedeutungsvolle Sinn dieses einfachen Gesetzes, das dem Astronomen gleichsam den Himmelsschlüssel überliefert und ihm das Recht gegeben hat, seine irdische Wissenschaft in die endlosen Tiefen des



Das Copernikanische Weltsystem.

Digitized by Google

Raumes hinauszutragen. Die Fremde beginnt erst, wo dies Gesetz seine Kraft verliert.

Kein Gesetz hat je so gewaltige Umwälzungen hervorgerufen und doch eine solche Sicherheit der Verhältnisse geschaffen, als das Gravitationsgesetz Newton's. Copernikus hatte doch nur die Erde aus ihrer Ruhe gestört, Newton hat auch die gewaltige Sonne entthront. Sie ist seitdem nicht mehr die schrankenlose Herrscherin, welche gleichsam an Fäden die untergeordneten Welten um sich herumführt. Auch die Sonne ist dem gemeinsamen Gesetz unterworfen, auch sie wird gezogen; denn alle Anziehung ist gegenseitig. Nicht die Sonne ist es, sondern nur der gemeinsame Schwerpunkt, um den die Körper des Systems kreisen. Allerdings ist die Masse der Sonne eine so überwiegende, gegenüber der Gesammtmasse der planetarischen Körper, daß sie mit diesem Schwerpunkt nahe zusammenfällt. Aber immerhin wird sie nur dadurch Herrscherin ihres Systems, daß sie diesen Schwerpunkt in sich trägt. Ja sie trägt ihn nicht einmal immer in sich; zuweilen liegt er sogar außerhalb des Sonnenkörpers, und wie jeder Planet, beschreibt der Mittelpunkt der Sonne eine kleine elliptische Bahn um diesen Schwerpunkt, die gleichsam ein verkleinertes Abbild der großen Ellipsen ist, in denen die Planeten die Sonne umkreisen.

Aber ich sagte, auch die Sicherheit unser planetarischen Ordnung sei durch jenes Gesetz erhöht worden. Und in der That, gerade die scheinbaren Abweichungen von der allgemeinen Erscheinungsform, gerade die sogenannten Störungen sind die sichersten Zeugnisse der Gesetzlichkeit geworden. Welch ein Gegensatz gegen die Wissenschaft des Alterthums! Dort eine zum Erschrecken anwachsende Verwickelung der Theorie, hier eine Einfachheit, welche selbst die wirkliche Verwickelung der Erscheinungen harmonisch auflöst. Da die Anziehung sämmtlicher Weltkörper eine gegenseitige ist, so ist auch kein einziger Körper unseres Sonnensystems den Wirkungen der Sonne allein ausgesetzt. Alle Planeten, ja alle Weltkörper unseres Systems wirken zugleich nach Maßgabe ihrer Masse und Entfernung wechselseitig auf einander ein, und diese Einwirkungen bringen in dem Laufe der Himmelskörper, in der Gestalt, Größe und Lage der Bahnen Ungleichheiten und Veränderungen hervor, die nicht immer ganz unerheblich sind. Man bezeichnet diese Veränderungen mit dem Namen von Störungen, — nicht als ob hier an wirkliche Störungen in der Ordnung der Natur, an ein Heraustreten der Erscheinungen aus dem Bann des Gesetzes zu denken wäre — es sind nur Störungen in der Bequemlichkeit der Rechnung, Einmischungen kleiner Wirkungen in die einfachen großen Verhältnisse, die zwischen einem Centralkörper und seinen Trabanten bestehen. Sind einmal die wirkenden Kräfte gegen einander abgewogen und die Gesetze ihres Wirkens festgestellt, so fallen auch die sogenannten Störungen in den Bereich der Rechnung, und die scheinbare Verwirrung gestaltet sich zu harmonischer Ordnung. So ist es einem Laplace möglich geworden, eine Mechanik des Himmels zu schaffen, und Männer wie Bessel, Gauß, Leverrier, haben dieser Wissenschaft eine Ausdehnung und eine Schärfe und Bestimmtheit gegeben, daß es nicht mehr

Digitized by Google

Erstaunen erregen darf, wenn der heutige Astronom die Oerter angiebt, welche die Planeten vor Jahrtausenden eingenommen haben, oder die Zeiten verkündigt, in welchen sie nach Jahrhunderten eine gewisse Stellung einnehmen werden.

Ich habe schon einmal zu Ihnen von diesen Störungen gesprochen und Sie darauf aufmerksam gemacht, daß sich im Wesentlichen zwei Arten von Störungen unterscheiden lassen, die einen, welche sich auf die Oerter eines Planeten in seiner Bahn, die andern, die sich auf die ganze Bahn überhaupt beziehen. Man bezeichnet jene als periodische Störungen, weil sie innerhalb verhältnißmäßig kurzer Zeiträume eingeschlossen sind, diese als seculare, weil sie die ganzen Bahnen der Planeten nur sehr langsam und meist nach Jahrhunderten ändern.

Die periodischen Störungen hängen natürlich von den jeweiligen Standorten ab, welche die Planeten in ihrer Bahn einnehmen, und kehren wieder, so oft die Planeten in dieselbe Stellung gegen einander zurückkehren. Die Aenderungen, welche dadurch im Laufe der Planeten hervorgebracht werden, sind zwar im Allgemeinen nur klein, aber sehr manchfaltiger Art. Bald wird eine elliptische Bahn mehr gekrümmt oder mehr in die Länge gezogen; bald wird die Bewegung eines Planeten beschleunigt, bald gehemmt; bald wird er näher zur Sonne gezogen, bald von ihr abgelenkt, und selbst die Ebene seiner Bahn geräth ins Wanken. Dazu kommt noch die Verrückung, welche die Lage der Erdbahn selbst oder die Stellung der Erde in ihr durch den Einfluß der andern Planeten erleidet, und welche wieder eine Rückwirkung auf die scheinbaren Oerter der Planeten ausübt. Die Größe dieser störenden Wirkungen ist abhängig von der Entfernung. Die äußersten Körper unsers Systems vermögen nur einen unmerklichen Einfluß auf die der Sonne benachbarten Planeten zu äußern, und die Wirkung der sonnennahen Planeten verschmilzt wieder mit der übermächtigen Einwirkung der Sonne. Die größten Störungen im ganzen System gehen darum vom Jupiter aus, schon deshalb, weil seine Bahn in die Mitte zwischen die übrigen Planetenbahnen gelegt ist, aber noch mehr seiner überwiegenden Masse wegen. Ja diese Störungen würden sogar eine dem Bestehen des Ganzen gefährliche Höhe erreichen können, wenn ihnen nicht als Gegengewicht die Einflüsse des Saturn entgegengesetzt wären. Der Saturn, dem Jupiter an Masse fast gleich, hat eine so eigenthümliche Stellung im System, daß er niemals seine Kraft mit der des Jupiter vereinigen kann, daß er ihm vielmehr stets mehr oder minder entgegenwirkt und seine Störungen um fast $^{19}/_{20}$ ihres Werthes verringert.

Um so bedeutender werden Sie sich die gegenseitigen Einwirkungen dieser beiden in so unmittelbare Nachbarschaft zu einander gestellten Riesenwelten unsers Systems vorstellen, und in der That sind ihre Störungen eine Zeit lang die Quelle sehr ernster Besorgnisse gewesen. Schon zu Anfang des 17. Jahrhunderts hatte man die Bemerkung gemacht, daß die Bahn des Jupiter sich beständig erweitere, daß dieser Planet sich in einer Art von Spiralbewegung um die Sonne immer weiter von ihr entferne und dabei immer langsamer fortschreite. Ganz das Gegentheil beobachtete man am Saturn; seine Bahn schien sich zu verengern, seine Geschwindigkeit zu vergrößern. Fand sich keine Grenze für

Digitized by Google

diese räthselhafte Bewegung, so mußte sie zu einer Annäherung, endlich zu einem Zusammenstoß beider Planeten führen. Laplace löste dies Bedenken erregende Räthsel. Er zeigte durch die Rechnung, daß die gegenseitige Annäherung beider Weltkörper nur eine periodische sei und schon nach anderthalb Jahrhunderten in das Gegentheil umschlagen werde, daß die ganze Periode dieser seltsamen Störung nahe an 932 Jahre dauere, und daß das Anwachsen der Excentricität der einen Bahn immer gleichzeitig mit der Verminderung der Excentricität der andern vor sich gehe, aber auch gleichzeitig eine Grenze finde.

In weit größeren Perioden noch bewegen sich die seculären Störungen, welche die Bahnen der Planeten, namentlich die Neigungswinkel und die Durchschnittspunkte der Bahnebenen, die Lage der Perihelien und Aphelien und sogar die Excentricität der Bahn betreffen. Ich habe Sie bereits auf einige der wichtigsten dieser Störungen aufmerksam gemacht, auf das Vorrücken der Nachtgleichen, das Fortrücken der Perihelien in der Bahn, die periodischen Aenderungen in der Schiefe der Ekliptik. Das Vorrücken der Nachtgleichen, durch welches, wie Sie wissen, selbst unsere Himmelspole verschoben werden, vollendet sich in einer Periode von 25,600 Jahren, die man gewöhnlich als das große oder platonische Weltjahr bezeichnet. Das Perihelium unserer Erdbahn gebraucht, um die ganze Bahn zu durchlaufen, eine Zeit von mehr als 100,000 Jahren, und bei weiter entfernten Planeten umfaßt die Periode dieser Bewegung noch ungleich längere Zeiträume. Die Periode, in welcher sich die Ab- und Zunahme der Schiefe der Ekliptik vollzieht, beträgt bei unserer Erde 92,930 Jahre. Nur die Nutation oder das Wanken der Erdaxe, eine dem Vorrücken der Nachtgleichen ähnliche, aber vom Monde allein bewirkte Erscheinung, vollendet ihren Kreislauf in der kurzen Periode von 18 Jahren 219 Tagen.

Von allen Bahnelementen eines Planeten bleibt ein einziges unberührt von störenden Einflüssen: die große Axe seiner Bahn oder seine mittlere Entfernung von der Sonne und, was damit innig zusammenhängt, die Umlaufszeit des Planeten. Dieser Umstand ist von der höchsten Wichtigkeit für die Stabilität unsers Systems. Die Mechanik weist nach, daß eine Aenderung, welche die große Axe einer Bahn erlitte, wenn sie ursprünglich auch noch so unbedeutend wäre, doch dadurch gefährlich werden müßte, daß sie niemals zwischen bestimmten, unabänderlichen Grenzen ab- und zunehmen könnte, sondern stetig in gleichem Sinne fortschreiten und so mit der Zeit sich anhäufen würde. Die Folge einer solchen Aenderung wäre also unentrinnbares Verderben. Der Planet würde sich entweder fort und fort der Sonne nähern, oder stets weiter von ihr entfernen, also entweder unaufhaltsam in die Sonne stürzen oder sich in den endlosen Raum verlieren. Dem französischen Mathematiker Lagrange gebührt das Verdienst, diese Besorgniß für immer entfernt zu haben. Ich kann Ihnen mit wenigen Worten das wichtige Resultat seiner Forschung bezeichnen. So oft man in die Gleichung, welche der allgemeine Ausdruck der Secularstörungen, welchen die große Axe irgend einer Planetenbahn unterworfen ist, diejenigen Zahlen einsetzt, welche den einzelnen Planeten entsprechen, so heben sich stets

Digitized by Google

sämmtliche Glieder der Gleichung auf. Mit andern Worten: die große Axe einer Planetenbahn erleidet durch den Einfluß der übrigen Planeten nicht die geringste Aenderung, sie ist unter allen Elementen das einzige unveränderliche.

Das „Problem der drei Körper", d. h. der Bestimmung des Laufes eines Weltkörpers unter dem Einflusse seines Centralkörpers und eines dritten störenden Körpers, gehört zu den schwierigsten, aber wichtigsten der neuern Astronomie. In seiner Allgemeinheit hat es seine Lösung noch nicht gefunden. Für unser Sonnensystem bedarf es einer strengen Lösung nicht, da die Anziehungen der Planetenmassen zu gering sind gegenüber der gewaltigen Sonnenmasse, um bedeutende Wirkungen hervorzubringen. Wie weit aber gleichwol die Macht der Rechnungen reicht, das hat Leverrier's Entdeckung bewiesen. Trotz aller Unvollkommenheit der Theorie, trotz aller Kleinheit der Veränderungen ward hier aus den Störungen ein Schluß gezogen auf den störenden Körper, ward durch die Störungen ein unbekannter Weltkörper ans Licht gefördert.

Aber es war noch ein besonderer Gedanke, welcher bei der Lösung dieses Problems die meisten Astronomen beschäftigte, die Wiederherstellung der durch die Störungen anscheinend gefährdeten Sicherheit unseres Systems. Eine Abweichung der Planeten von den geregelten Bahnen konnte, wenn sie im Laufe der Jahrtausende anwuchs, die Dauer unserer Weltordnung in Frage stellen. Aber bisher ist keine Störung aufgefunden worden, die beträchtlich genug wäre, Besorgniß zu erregen, keine, die sich nicht im Laufe der Zeit selbst vernichtete. Die Ursache davon liegt außer in dem gewaltigen Uebergewicht der Sonnenmasse, wie der Masse jedes Centralkörpers in unserm System überhaupt, über die Massen der Planeten oder Trabanten, in eigenthümlichen, zum Theil noch nicht hinlänglich erkannten oder doch begründeten Umständen. Einer der wichtigsten unter diesen ist die Thatsache, daß die Umlaufszeiten sämmtlicher Planetenbahnen unter sich incommensurabel sind, d. h. daß sie niemals genau im Verhältniß ganzer Zahlen zu einander stehen. Hierin liegt die wesentliche Bedingung für den periodischen Charakter sämmtlicher Störungen. Gäbe es Planeten mit Umlaufszeiten, die sich wie ganze Zahlen verhielten, so wäre eine endlose Anhäufung der Störungen und eine endliche Vernichtung der bestehenden Ordnung die Folge. Ein anderer Umstand, der allerdings als ein ziemlich zufälliger erscheint, aber gleichwol einen nicht unwesentlichen Antheil an der Stabilität des Ganzen haben dürfte, ist der, daß die größte Excentricität der Bahnen meist mit den kleinsten Massen der Weltkörper zusammentrifft. Den Beweis dafür liefert der Merkur, noch auffallender die Schaar der Planetoiden. Dieser Umstand wird von besonderer Bedeutung bei den Kometen. Besäßen diese Massen wie unsere Planeten, so würden sie, zumal sie in so großer Zahl die Sonne nach allen Richtungen umschwärmen, bei dem gewaltigen Kontraste ihrer Abstände unfehlbar Störungen von so bedeutender Größe veranlassen, daß sie die Ordnung des Ganzen auflösen müßten. Aber gerade die Kometen sind so massenarm, daß sie nur Störungen erleiden, nicht ausüben können. Bewegte sich der größte unserer Planeten, der Jupiter auch nur in einer Bahn, die so

Digitized by Google

excentrisch wäre wie etwa die Pallasbahn, so würde seine gewaltige Anziehung hinreichen, die Erde aus ihrer Bahn zu reißen. Aber gerade die gefährlichen Riesenplaneten besitzen die kreisähnlichsten aller Bahnen.

So können Sie also den Bestand unseres Planetensystems unbedenklich für gesichert halten und brauchen wenigstens von dem Gesetz, das die Welten führt, keine Gefahr eines Umsturzes der Dinge besorgen.

Aber Niemand kann seinen Blick in die Zukunft richten, ohne auch rückwärts zu schauen in die Vergangenheit. Sie haben die Verfassung dieses großen Weltreichs kennen gelernt, Sie werden nun auch begierig sein, seine Geschichte zu hören. Sie haben die Einheit und den innern Zusammenhang des Ganzen durch das Gesetz verbürgt gefunden, Sie werden diese Einheit nun auch völlig gesichert und aufgeklärt wissen wollen durch eine Gemeinsamkeit des historischen Ursprungs. Aber eine Geschichte unseres Planetensystems — in welche unendliche Vorzeit führt sie Ihre Gedanken zurück! Die Thatsachen schwinden, denn keine Wissenschaft legt Zeugniß dafür ab. Nur die Ahnung sucht das Dunkel zu durchdringen. In den bestehenden Verhältnissen des Weltgebäudes sucht sie die Keime des Werdens zu ergründen. Es ist ein angeborner Drang des Menschen, dem Ursprung der Dinge nachzuforschen, und in mehr als hundert Systemen hat sich dieser Drang bereits Luft gemacht. Aber Sie werden die Bedeutung dieser Systeme nicht mit denen verwechseln, die ihren Zweck in der Verkettung thatsächlich bestehender Verhältnisse haben. Keins dieser Systeme hat darum zu einem wirklichen Fortschritte in der Astronomie geführt, keins hat eine eigentlich wissenschaftliche Bedeutung erlangt.

Unter allen Theorien über die Entstehung unseres Planetensystems verdient diejenige ohne Zweifel die meiste Beachtung, die in dem größten Philosophen des vorigen Jahrhunderts und in dem unsterblichen Schöpfer der Mechanik des Himmels, in Kant und Laplace ihren Ursprung hat. Sie verdient diesen Vorzug schon darum, weil sie sich auf thatsächliche Verhältnisse der Planetenordnung stützt. Es wird Ihnen nicht entgangen sein, daß in unserer planetarischen Welt Thatsachen bestehen, die ebenso, wie auf eine Gemeinsamkeit des Gesetzes, auch auf eine Gemeinsamkeit des Ursprungs hindeuten. Alle Planeten unseres Systems bewegen sich um die Sonne von Westen nach Osten, alle Trabanten umkreisen ihren Hauptplaneten von Westen nach Osten, alle Rotation der Planeten um ihre Axe geschieht in derselben Richtung. Die Bahnen aller Planeten sind nahezu kreisförmig, ihre Neigungen gegen die Ebene der Ekliptik oder vielmehr des Sonnenäquators sind außerordentlich klein. Zu diesen Verhältnissen, die auf eine sämmtliche Planeten umfassende gemeinsame Urkraft hindeuten, kommt eine andere Thatsache, die einen Schluß auf ihren ursprünglichen Zustand gestattet. Bei allen Planeten haben wir, so weit es möglich war, eine Abplattung erkannt, die offenbar als eine Folge des Umschwungs auf einen ursprünglich flüssigen, vielleicht sogar gasförmigen Zustand dieser Weltkörper hinweist.

Stellen Sie sich jetzt nach der Laplace'schen Theorie den Urzustand unseres Planetensystems als ein großes, unentwickeltes, formloses Chaos vor. Sonne

Digitized by Google

und Planeten bilden einen großen zusammenhängenden Gasball in einer Form, wie sie jede sich selbst überlassene Flüssigkeit annimmt, der Form des Tropfens. Alles Flüssige aber strebt die Kugelform anzunehmen; denn in ihr wirkt die Kraft des Zusammenhangs mit gleicher Stärke nach allen Richtungen, strebt jedes Theilchen nach allen Seiten hin sich mit allen übrigen zu verbinden, so daß so wenig Punkte als möglich entblößt werden, die Oberfläche also die möglichst kleinste wird. Hätte also jene Gasmasse, vollkommen sich selbst überlassen, von keiner außer ihr liegenden Kraft gehindert, ihrer Naturneigung nachzugeben, im freien Weltraume geschwebt, so würde sie eine vollkommen genaue Kugel gebildet haben. Aber in dieses Chaos mußte Bewegung kommen, wenn es sich gestalten, wenn es Welten gebären sollte. Eine solche Bewegung wird durch jene ferne Anziehungskraft gegeben, der noch heute, wie Sie sehen werden, unser Sonnensystem durch die Räume des Himmels folgt. Dadurch wich natürlich die Form der Flüssigkeit von der Kugelgestalt ab; denn ihre Theile wurden nach der einen Seite hin stärker angezogen, die innere Kraft des Zusammenhangs ward nach dieser Richtung hin geschwächt. So entstand die Form des fallenden Tropfens, das Weltenei, über welchem die Mythologie den Gottesgeist gleich einem riesigen Vogel brütend schweben läßt.

Aber noch zur Annahme einer zweiten Bewegung sind wir gezwungen, wenn aus jenem Gasball die Gestalten unseres Sonnensystems hervorgehen sollen. Es ist eine Umdrehung des Gasballs um sich selbst, deren Ueberrest wir noch in der Rotation unserer Sonne und in dem Kreislauf der Planeten um die Sonne zu sehen haben. Bewegte sich aber jenes Weltenei um eine Axe, so mußte sofort jene zweite Abweichung von der Kugelform eintreten, die wir bei allen rotirenden Körpern unsers Sonnensystems bemerkt haben, die Abplattung an den Polen. Formen Sie sich eine Kugel aus weichem Thon und setzen Sie dieselbe auf einer Drehbank in Umschwung, so wird sie sich in der Richtung der Axe zusammenziehen, in der Richtung senkrecht auf die Axe aber mehr und mehr ausdehnen, je mehr die Schnelligkeit des Umschwungs zunimmt. Ist dann endlich diese Schwungkraft so weit angewachsen, daß sie die Kraft des Zusammenhangs der einzelnen Theilchen überwiegt, so werden diese zerreißen und auseinander fliegen. Das mußte auch das Schicksal jenes chaotischen Gasballs unseres Sonnensystems sein. Ueberstieg auch hier endlich die Schwungkraft, welche jeden Punkt so weit als möglich von dem Schwerpunkt der ganzen Masse zu entfernen strebte, die Kraft des innern Zusammenhangs, so mußte der Gasball zerreißen. Dieses Wachsen der Schwungkraft wurde aber nothwendig herbeigeführt durch die allmälige Zusammenziehung und Verdichtung des sich drehenden Körpers. Mit der abnehmenden Wärme mußte auch die Ausdehnung jenes Gasballs sich vermindern, seine Masse sich verdichten. Während also einerseits die entlegeneren Theile tiefer nach dem Mittelpunkte des Gasballs herabsanken, wuchs andererseits die Geschwindigkeit der Drehung, nahm die linsenförmige Abplattung des Ganzen zu. Die Folge dieser gleichzeitigen, einander entgegengesetzten Veränderungen, der Ausdehnung durch den Umschwung einerseits und der Zusammen-

Digitized by Google

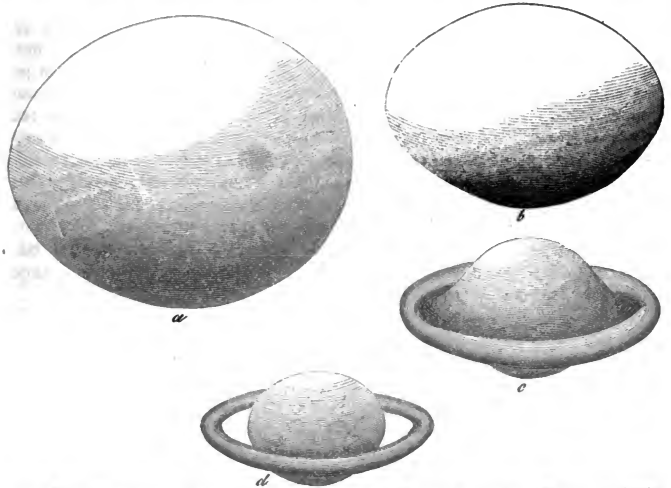
ziehung durch das Erkalten andererseits, war eine Trennung der äußersten Gasschicht von der innern Masse. Diese losgerissene Gasschicht konnte aber nicht die Form einer hohlen, den zurückgebliebenen Gaskörper wie eine Schale umschließenden Linse behalten, sondern mußte nothwendig die Form eines Ringes annehmen; denn nur um die Mitte, um den Aequator der Gaskugel herum hatte die Schwungkraft eine so große Gewalt erreicht, daß sie den innern Zusammenhang überwältigte. Der schmale Gasring aber hatte zugleich von dem ursprünglichen Ganzen her eine ungeheure Schleuderkraft überkommen, die seine verhältnißmäßig geringe Zusammenhangskraft leicht überwog. Er mußte also wieder zerreißen und um so leichter, als er in Folge jener fremden, von der Ferne des Weltraums ausgehenden Anziehung nicht genau die Form eines Kreises behaupten konnte, seine Theile also sich in verschiedener Spannung befinden mußten. Da wo die Spannung am größten, trat der Riß ein. Befreit von der zusammenhaltenden Kraft der benachbarten Theile, folgte der zerrissene Ring nur der Schleuderkraft. Aber die unteren Schichten des Ringes haben nicht die gleiche Geschwindigkeit der oberen, sie halten die voraneilenden auf, die folgenden Theile drängen nach und der Ringstreifen krümmt sich einwärts, rollt sich gleich einem Faden zu einem Knäuel auf. So entstand ein neuer, um sich selbst rollender Gasball, der in einer dem frühern Ringe ähnlichen Bahn seinen Umlauf um den Centralkörper fortsetzte.

Natürlich konnten sich solche Ringabsonderungen bei zunehmender Verdichtung und Schnelligkeit der Drehung mehrmals wiederholen, bis sich die große Linse endlich wieder so weit der Kugelgestalt genähert und einen solchen Grad innern Zusammenhangs erreicht hatte, daß ihre Schwungkraft denselben nicht mehr zu überwältigen vermochte. Auch konnte ein solcher Gasring in mehrere Stücke zerreißen, sich nicht blos zu einem Knäuel aufwickeln, und es entstand dann ein System mehrerer in verschlungenen Bahnen um die Sonne kreisender Körper, wofür die kleine Planetoidenschaar zwischen Mars und Jupiter ein Beispiel darbieten würde. Endlich konnte ein solcher Ring wol gar in zahllose Stücke zersplittern, die dennoch gewisse Beziehungen zu einander bewahren und sich zu Schwärmen schaaren mußten. Damit wäre die Erscheinung unserer Aërolithenschwärme erklärt. Auch in manchem der neu entstandenen Gasplaneten konnte sich jener Vorgang erneuern. Neue Ringe konnten sich von ihnen absondern, die dann entweder zerrissen und Monde oder Trabanten bildeten, oder fester zusammenhielten, erkalteten und als dauernde Ringe um ihren Hauptplaneten schwebten und kreisten. Allerdings konnte ein solcher Ring immer nur eine Seltenheit bleiben, da er eine Regelmäßigkeit in dem Prozesse der Erkaltung und Erstarrung voraussetzt, wie sie gewiß nicht oft eintrat. Es wäre damit wol begreiflich, daß die Natur uns bisher nur ein einziges Beispiel solcher Wundergestaltung in unserm Planetensystem gezeigt hat, das Ringsystem des Saturn.

Sie sehen, daß sich die Entstehung der planetarischen Welten unseres Systems recht gut aus dieser Laplace'schen Hypothese erklären läßt. Auch steht sie im Allgemeinen wol in Uebereinstimmung mit den Grundsätzen der Mechanik. Ja

Digitized by Google

es ist sogar dem französischen Physiker Plateau gelungen, im Kleinen die einzelnen Erscheinungen dieser Planetenbildung an einer Oelkugel, die in einer Mischung von Wasser und Weingeist in eine schnelle Umdrehung versetzt ward, nachzuahmen. Gleichwol lassen sich einzelne Einwürfe gegen diese Hypothese erheben, die ihre Uebereinstimmung mit der Wirklichkeit in bedenklicher Weise erschüttern. Ich will dahin nicht einmal den Umstand rechnen, daß sie gewisser Voraussetzungen, der willkürlichen Annahme einer Bewegung, eines Anstoßes bedarf. Es giebt einmal kein voraussetzungsloses Denken, und einer ersten Bewegung in einer räumlich und zeitlich unendlichen Welt nachzuforschen geht über die Befugniß



Die Ringbildung nach der Laplace'schen Hypothese. a. der ursprüngliche eiförmige Gasball, b. bereits verdichtet und abgeplattet, c. mit der ringförmigen Anschwellung, d. nach der Absonderung des Ringes.

selbst philosophischen Denkens. Ganz anders ist es mit den Thatsachen, die der Wirklichkeit entlehnt sind. Mit den Größen- und Dichtigkeitsverschiedenheiten der Planeten könnte man noch allenfalls zurecht kommen. Im Allgemeinen mußten die ersten Ringbildungen beträchtlicher sein und größere Planeten hervorbringen, da die entstehenden Kugeln ja einen viel umfangreichern Ringstreifen aufzurollen hatten. Zugleich waren auch die obersten Schichten des Gasballs die am wenigsten dichten, und die Massen des Uranus und Neptun konnten daher wol vom Jupiter übertroffen werden. Daß der Sonnenkörper selbst nicht dichter ist als der nächste Planet, der Merkur, würde auch noch nicht durchaus dem Sinne der Hypothese widerstreiten. Die Sonne ist ja der um

Digitized by Google

einen Kern verdichtete Ueberrest jenes großen Gasballs, während der Merkur die in einen kleinen Raum zusammengerollte Masse eines ganzen Ringes ist, der einst einen Gürtel der weit ausgedehnten Sonnenkugel bildete. Ein dünner und schmaler Ring der jetzigen Sonnenmasse würde vielleicht genügen, um zu einem Planetenknäuel aufgerollt eine Kugel von noch größerer Dichtigkeit zu bilden, als sie der Merkur besitzt. Immerhin bleibt diese Unregelmäßigkeit in der Dichtigkeit und Masse der Planeten eine große Schwierigkeit für die Hypothese. Noch größer aber ist die Schwierigkeit, welche die Abweichungen der verschiedenen Bahnebenen von der Ebene des Sonnenäquators bereiten. Allerdings sind diese Abweichungen nur klein, aber auch die kleinsten widersprechen allen Lehren der Mechanik. Vollends unvereinbar aber mit der Laplace'schen Hypothese ist die Erscheinung der nach allen Himmelsrichtungen hin zerstreuten Kometen, und doch sind diese die zahlreichsten aller Körper unseres Systems, doch bewegen sie sich nach den gleichen Gesetzen wie die Planeten um die Sonne. Man hat sich nun damit zu helfen gesucht, daß man den Ursprung der Kometen von dem der Planeten trennte, daß man die Kometen durch Verdichtung eines Urnebels entstehen und wie über den ganzen Weltraum, so auch über unser Sonnensystem sich zerstreuen ließ, aus dem sie wol noch in andere Sonnensysteme hinüberschweifen sollen. Demnach wären die Kometen für unser Sonnensystem etwa Das, was die Aërolithen für unsere Erde sind, Fremdlinge einer fernen Welt. Sie umschwärmten dann bereits die Sonne, als sie noch jenen chaotischen Gasball bildete, und erhielten erst später in den manchfaltigen Begegnungen mit der Sonne und ihren Planeten ihre jetzigen ausgeschweiften Bahnen.

Sie sehen, in welches Reich der Träume wir damit gerathen sind. Es ist gut, daß es an den Grenzen unserer Weltordnung geschehen ist, wo ein Blick auf ihre Gesetze, auf die Macht und Bestimmtheit der Zahlen, durch die sie beherrscht wird, uns der Nüchternheit wiedergiebt. Lassen Sie die Vergangenheit hinter sich; die Nebel der Phantasie erfüllen sie mit neckenden Gestalten! Halten Sie sich an die Gegenwart und das Bestehende! Das rufe ich Ihnen zu in dem Augenblick, wo Sie hinausschweifen sollen in eine unbekannte endlose Fremde!

Die Heimat liegt hinter uns, die Sternenwelt öffnet sich. Neue, wunderbare Erscheinungen erwarten uns, aber nicht neue Gesetze! Die Urkraft, welche die Welten unseres Planetensystems in Bewegung setzte, wir haben sie erkannt als eine heimische, als gleichen Wesens mit der Kraft, welche den fallenden Stein zur Erde zieht. Die Gesetze, nach welchen die festen Welten unseres Systems ihre Bahnen durchrollen, nach welchen sie gegenseitig eingreifen in ihren Lauf, es sind dieselben wohlbekannten Gesetze, welche die Mechanik aus irdischen Erscheinungen geschöpft hat. So wird ein Band uns hinübergeleiten auch in die fernsten Tiefen des Himmelsraums, und wo der letzte Lichtstrahl der Heimat uns entschwindet, wird das Gesetz uns geistig mit ihr verknüpfen!

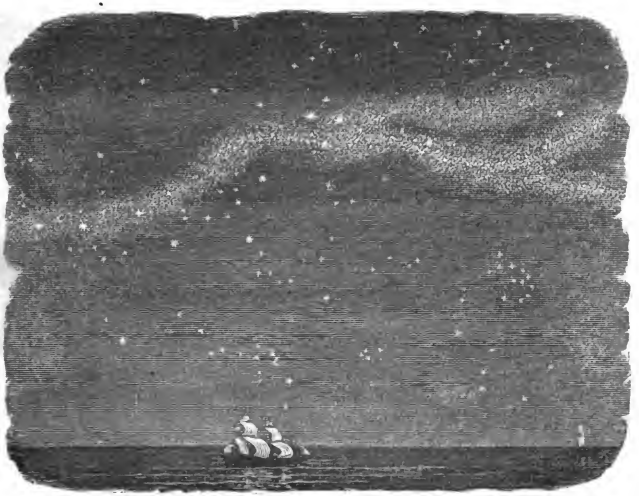
Digitized by Google

Drittes Buch.

Die Fixstern- und Nebelwelt.

Digitized by Google

Digitized by Google



Anblick eines Theils des Sternenhimmels der südlichen Halbkugel. (Das südliche Kreuz.)

Erstes Kapitel.

Eine Sternennacht.

Einen schönern Sternhimmel hatte ich nie gesehen, als an jenem Dezemberabende, an welchem ich meine Freunde um mich versammelt hatte, um sie zu einem letzten Ausfluge in die Fixsternregion zu führen. Kein Mondlicht, kein Schimmer einer Dämmerung, selbst kein Wölkchen trübte das reine, sammtartige Dunkel des Himmelsgewölbes. Eine prachtvolle Sternlandschaft breitete sich über uns an diesem dunklen Grunde aus. Die Milchstraße floß wie ein silberner Strom mitten durch diese Landschaft, und in ihr glänzten die Sternbilder des Antinous, des Schwans, der Kassiopeja, des Perseus und des Fuhrmanns. Tief in Südwesten funkelte der Fomalhaut des südlichen Fisches, weiter im Süden strahlten die Sterne des Walfisches und weiter hinauf die der Andromeda. Den westlichen Himmel schmückten der Adler und der Pegasus, den östlichen die schönste Zierde des Himmels, der Orion. Im Norden glänzten unter den Sternbildern der beiden Bären die Leier mit der strahlenden Wega, Herkules und die nördliche Krone. Solche Nächte mußten es sein, die in den Alten jene unnennbare Sehnsucht zum Himmel erweckten; denn der Fixsternhimmel in der Fülle seiner funkelnden Welten ist es noch heute, der in dem Kinde die erste und mächtigste sinnliche Anregung, die tiefste und nachhaltigste Bewunderung weckt.

Digitized by Google

Es geht dem Menschen, diesem Sternhimmel gegenüber, wie dem einsamen Bewohner eines engen, rings von Felswänden umschlossenen Thales, wenn ein Windstoß einmal fremde Blumen oder die Erzeugnisse einer unbekannten Kultur in sein Thal hinabwirbelt und ihn hinauslockt in das fremdartige Treiben des Jenseits. So rieselt ein Schauer von Licht aus den fernen Himmelsräumen auf den Erdenbewohner herab, und es dringt die Kunde unbekannter Welten zu ihm. Da ergreift ihn ein mächtiges Sehnen nach jener Ferne, und überall, wo an der Grenze beschränkten Wissens wie von einem Inselufer aus der Blick in die Weite schweift, giebt die Sehnsucht und der Glaube an das Wunderbare und Ungewöhnliche den luftigen Schöpfungen der Phantasie bestimmte Umrisse und verschmilzt sie unmerklich mit den Formen der Wirklichkeit. In der Geschichte der Wissenschaften bezeichnet man diese Zeit der Trugbilder als die mythische Periode, und in keiner Wissenschaft hat diese länger gewährt als in der Astronomie, wo sie noch in die letzten Jahrhunderte hineinreicht.

Meine Freunde hatten den Fixsternhimmel in seiner ganzen Festigkeit und Unwandelbarkeit kennen gelernt, hatten sogar die wahren Fixsternörter von den kleinen Schwankungen, in denen sich der Lauf der Erde mit all seinen kleinen Störungen am Himmel abspiegelt, zu befreien gelernt; sie hatten sich vollends in den letzten Ausflügen gewöhnt, die Fixsterne als feste Marksteine für die Bewegungen der Planeten und Kometen zu betrachten, und gesehen, wie die Verschiebung eines solchen vermeintlichen Marksteines wiederholt zur Entdeckung von Planeten geführt hatte. Ich hatte sie ferner bei Gelegenheit jener Vorbereitungen auf die außerordentliche Genauigkeit aufmerksam gemacht, welche die Bestimmung der Fixsternörter erfordert, und ihnen gezeigt, daß die oberflächliche Gruppirung der Sterne in Sternbilder, wie sie uns aus alter Zeit überkommen, für eine wissenschaftliche Erforschung des Himmels nicht mehr ausreicht, daß an ihre Stelle ein künstliches Netz treten mußte, dessen unverschiebbare Maschen für alle Zeiten die Lage jedes Sterns und jede auch noch so kleine Veränderung, die sie erleiden möchte, bestimmen ließen. Jetzt mußte ich die Blicke meiner Freunde auf die verschiedenen Helligkeitsverhältnisse der Fixsterne lenken, die vor Allem den entschiedensten Antheil an der Physiognomie der Himmelslandschaft haben und vor Allem geeignet sind, den Schein des Landschaftsbildes in Wirklichkeit und räumliche Tiefe zu verwandeln, da sie am ehesten den Schluß auf eine Verschiedenheit der Entfernungen gestatten.

Schon Hipparch hat den Versuch gemacht, Helligkeitsabstufungen oder Größenklassen der Fixsterne festzustellen. Er unterschied die für gewöhnlich sichtbaren Sterne in sechs Klassen. In neuerer Zeit hat man diese Eintheilung auch auf die teleskopischen Sterne ausgedehnt und unterscheidet im Allgemeinen 16—20 solcher Größenklassen. Daß die Abgrenzung dieser Klassen gegeneinander bei den teleskopischen Sternen sehr unbestimmt ist, liegt in der Schwierigkeit seiner Lichtschätzungen überhaupt. Man darf sich nicht wundern, wenn ein Astronom noch Sterne zur 12.—13. Klasse zählt, die ein anderer bereits in die 18.—20. Klasse setzt. Auffallender ist die Unsicherheit in den ersten Helligkeitsklassen.

Digitized by Google

Im Allgemeinen rechnet man gegenwärtig 17 Sterne des ganzen Himmels zur ersten Klasse. Es sind der Sirius im großen und der Procyon im kleinen Hunde, der Canopus und ein anderer Stern im Schiffe, die beiden Hauptsterne des Centauren, der Arktur im Bootes, Rigel und Beteigeuze im Orion, die Capella im Fuhrmann, die Wega in der Leier, der Acharnar im Eridanus, der Aldebaran im Stier, der Hauptstern des Kreuzes, der Antares im Skorpion, der Atair im Adler und die Spica in der Jungfrau. Es ist aber durchaus nicht einzusehen, warum man nicht die schwächeren Sterne erster Größe in die zweite oder die hellsten Sterne zweiter Größe, wie den Fomalhaut im Fisch, den Pollux in den Zwillingen und den Regulus im Löwen, noch in die erste Klasse gesetzt hat. Die Unterschiede in der Helligkeit sind zwischen diesen Sternen keineswegs so groß, daß sie eine Scheidung rechtfertigten. Die Astronomen weichen darum auch bedeutend von einander ab. Ptolemäus und mit ihm das ganze Mittelalter zählt nur 15 Sterne erster Größe, Mädler zählt deren 18, Rümker sogar 20.

In den letzten anderthalb Jahrhunderten haben die Helligkeitsverhältnisse eine erhöhte Wichtigkeit bekommen. Man hat erkannt, daß Veränderungen am Himmel geschehen können, welche nicht die Oerter der Fixsterne, sondern ihre Lichtverhältnisse berühren, und es sind Ereignisse eingetreten, die in überraschender Weise gerade in dieser Beziehung die Wandelbarkeit des für festgehaltenen Sternhimmels dargethan haben. So wie also die Sternbilder der Alten sich ungenügend gegenüber den neueren Forderungen für die Ortsbestimmung der Sterne erwiesen hatten, so gewährten auch die gleichfalls aus dem Alterthume überkommenen Größenklassen keine ausreichende Sicherheit mehr für die Erkenntniß der Lichtwandlungen der Sterne. Für die Sternbilder war ein Ersatz gefunden worden, für die Größenklassen suchte man einen ähnlichen in wirklichen Lichtmessungen. Die verschiedenartigsten Methoden und Mittel sind seitdem zu diesem Zwecke angewandt worden. Bald war es die Vergleichung der Sterne mit dem Schatten künstlicher, in Zahl und Entfernung verschiedener Lichter, bald die Vergleichung mit künstlichen, durch Reflex auf Glaskugeln gebildeten Sternen, bald wandte man Plangläser von verschiedener Dicke oder Farbe an, durch die man das Licht der Sterne gehen ließ. Dann suchte man wieder zwei Sterne durch zwei dicht nebeneinander gestellte Spiegelteleskope von völlig gleicher Beschaffenheit zu vergleichen, indem man durch vorgeschobene Pappringe von beliebigen Oeffnungen die von dem größern Stern eindringende Lichtmenge so weit zu verringern suchte, bis sie der des andern gleichkam. Andere verglichen zwei Sterne unmittelbar mit einander, indem sie sie mit Hülfe von Spiegeln in dem Gesichtsfelde desselben Teleskops neben einander betrachteten. Wieder Andere wandten Fernröhre mit getheilten Objectiven an, deren jede Hälfte das Sternlicht durch ein Prisma erhielt. Noch Andere benutzten zur Vergleichung das von einem Prisma reflectirte Bild des Mondes oder des Jupiter, das sie durch eine Linse in verschiedenen Entfernungen zu einem lichtvollern oder lichtschwächern Stern concentrirten. Endlich mußten selbst die stufenweise abgeschwächten Farbenringe des polarisirten Bildes eines Sterns zur Lichtmessung

Digitized by Google

dienen. Das letzte, von Arago vorgeschlagene Mittel dürfte in der That noch die besten Erfolge versprechen. Jedenfalls aber befindet sich unsere Lichtmessung noch in der Kindheit, und wir sind hier noch weit von jener Genauigkeit entfernt, mit welcher die Meßinstrumente des Astronomen über die Ortsveränderungen der Sterne zu entscheiden vermögen.

Trotz dieser Unzulänglichkeit der bisherigen Methoden, trotz der geringen Uebereinstimmung zwischen den gewonnenen Resultaten haben diese Lichtmessungen doch bereits Manches in den Verhältnissen der Sternwelt aufgeklärt. Zunächst haben sie gezeigt, daß bei der Anwendung der gewöhnlichen Größenklassen dieselbe Bezeichnung die größten Verschiedenheiten umfaßt. Am auffallendsten ist dies in der ersten Klasse. Wenn man nach John Herschel die Lichtmenge des Hauptsternes des Centauren mit 1000 bezeichnet, so beträgt die Lichtmenge des Sirius 4165, des Canopus 2041, des Arctur 718, des Rigel 661, der Capella und Wega 510, des Beteigeuze 489, des Aldebaran 448, des Antares 391, des Atair 350, der Spica 312. Sie haben ferner gezeigt, daß auch für die einzelnen Größenklassen die Lichtmenge keineswegs in einem bestimmten stetigen Verhältnisse erscheint. Man hat nämlich lange geglaubt, daß die Größenklassen auch geradezu die Verhältnisse in den Abständen der Sterne bezeichnen, so daß also ein Stern zweiter Größe nur $^1/_4$, ein Stern dritter Größe $^1/_9$ so viel Lichtmenge uns zusende als ein Stern erster Größe. Nach John Herschel beträgt nun die mittlere Lichtmenge für die erste Klasse 500, für die zweite 172, für die dritte 86, für die vierte 51, für die fünfte 34 und für die sechste 25. Die Abnahme des Lichts ist also bedeutend langsamer, als sie jener Annahme entsprechen würde. Endlich ist von John Herschel auch der Versuch gemacht worden, ein Verhältniß zwischen der Intensität unserer gewöhnlichen Lichtquellen, des Sonnen- und Mondlichts, und dem Lichte der Sterne herzustellen. Er fand den Vollmond 27408 mal heller als den Hauptstern des Centauren. Nach andern Untersuchungen, die namentlich von Wollaston im vorigen Jahrhundert angestellt wurden, ist aber die Sonne 801072 mal lichtstärker als der Vollmond. Das Licht, welches die Sonne uns zusendet, übertrifft also ungefähr 22,000,000,000 mal die Lichtmenge, welche wir vom Hauptstern des Centauren empfangen. Es ist dieses Resultat, so unsicher es auch immer sein mag, keineswegs ganz bedeutungslos; denn es gestattet uns einen Blick in die wirklichen Lichtverhältnisse dieser fernen Welten. Bringt man nämlich die wahrscheinliche Entfernung eines Sternes im Centauren, wie wir sie später kennen lernen werden, in Anschlag, so übersteigt die wahre Leuchtkraft jenes Sternes die unserer Sonne $2^3/_{10}$ mal. Noch auffallender wird dieses Verhältniß beim Sirius. Wollaston hat nämlich die Helligkeit des Sirius 20000 Millionen mal schwächer gefunden, als die der Sonne. Bei der allerdings noch nicht sehr zuverlässigen Schätzung des Abstandes des Sirius würde diesem eine wirkliche Lichtstärke zukommen, die 63 mal unser Sonnenlicht überträfe. Wir würden daraus schließen müssen, daß unsere Sonne nach ihrer Lichtintensität zu den schwächsten Fixsternen des Weltraums gehöre.

Das Alles sind freilich noch sehr unsichere und gewagte Schlüsse. Noch

Digitized by Google

berührt unser Fuß kaum die Schwelle jener Unendlichkeit, noch schauen wir aus der Ferne auf die Lichtgestalten des Jenseits. Darum sei es hier auch gestattet, jenen Aufschlüssen noch eine andere Bedeutung zu geben. Die Helligkeitsverhältnisse der Fixsterne, ihre Zahl und Vertheilung am Himmel sind die ersten Mittel gewesen, welche zu einer wenn auch rohen Anschauung von der räumlichen Ausdehnung der Fixsternwelt verholfen haben.

Der kühne Gedanke, die Tiefen des Weltraums zu durchmessen, ging zuerst von William Herschel aus. Er stützte sich dabei auf die Voraussetzung, daß ein Stern erster Größe, in die doppelte Entfernung versetzt, als ein Stern zweiter Größe erscheinen werde, daß in der vierfachen Entfernung sein Glanz zur vierten Größe, in der achtfachen Entfernung zu fünfter oder sechster Größe herabsinken werde, daß man ihn überhaupt 12 mal so weit, als er sich gegenwärtig befinde, in den Raum hinausrücken könne, ehe er aufhören werde, dem bloßen Auge sichtbar zu sein. Er versuchte nun diese Schlüsse auch auf die teleskopischen Sterne auszudehnen. Zu diesem Zwecke richtete er ein kleines Fernrohr, von dem er genau ermittelt hatte, daß es viermal so viel Licht als das bloße Auge aufnahm, auf den weißlichen Fleck im Degengriffe des Perseus. Das bloße Auge entdeckte hier keinen Stern mehr; es war also keiner vorhanden, der einem Sterne erster Größe in seiner zwölffachen Entfernung gleichkam. Das kleine Instrument aber ließ eine große Menge deutlicher Sterne erkennen. Da es nun doch wahrscheinlich war, daß sich unter diesen wenigstens einige befanden, die an wirklicher Leuchtkraft dem Arktur oder der Wega nicht nachstanden, so mußte er schließen, daß diese Sterne, um bei vervierfachter Helligkeit gerade noch sichtbar zu werden, doppelt so weit entfernt seien, als die letzten dem bloßen Auge sichtbaren Sterne, also 24 mal so weit als die Sterne erster Größe. Ein zweites Fernrohr, das eine neunfache Lichtmenge in sich aufnahm, zeigte abermals Sterne, die man an dieser Stelle des Himmels im ersten Fernrohr nicht wahrgenommen hatte. Sie mußten also bei gleicher Helligkeit des Arktur und der Wega in der 36fachen Entfernung stehen. Herschel ging nun Schritt für Schritt bis zum zehnfüßigen Teleskope fort und erkannte Sterne von einer Helligkeit, in welcher Sterne erster Größe erscheinen würden, wenn man sie 344 mal weiter als gegenwärtig hinausrücken könnte. Sein 20füßiges Teleskop erweiterte die Grenzen der Sichtbarkeit sogar auf das 900fache der Entfernung von Sternen erster Größe. Daß diesen Schlüssen eine gewisse Berechtigung nicht abzusprechen ist, läßt sich nicht leugnen; man müßte denn annehmen wollen, daß Sterne von einer Leuchtkraft, wie sie die der ersten Größe besitzen, nur in der unmittelbaren Nähe unseres Sonnensystems existiren.

Aber Herschel machte noch einen andern sinnreichen Versuch, um in die Tiefen des Raumes vorzudringen. Er ging von der Annahme aus, daß alle Sterne den gleichen Glanz und die gleiche Entfernung von einander besitzen, daß also im gleichen Raume eine gleiche Sternenzahl enthalten sei. Richtete er nun ein Fernrohr nach verschiedenen Gegenden des Firmaments, so mußte sich aus der Anzahl der jedesmal im Gesichtsfelde erscheinenden Sterne auf die Entfer-

Digitized by Google

nung schließen lassen, in welche die Sterne nach jeder Richtung hinausgehen. Es mußte sich geradezu die Tiefe des sternerfüllten Raumes verhalten wie die Kubikwurzel der im Gesichtsfelde erscheinenden Sternenzahl. Herschel nannte sein Verfahren sehr bezeichnend ein „Sondiren" des sternerfüllten Raums; in der That mißt die zu- und abnehmende Sternmenge die Tiefen der Sternschicht, wie das Senkblei die Tiefen des Meeres mißt. Bis auf 155 Sternweiten maß Herschel's Sonde in der einen, bis auf 820 Sternweiten in der andern Richtung die Tiefen der Sternwelt, und er glaubte in Folge dieser Sondirungen auf eine flache linsenförmige Gestalt derselben schließen zu müssen. Aber jenseits dieser Linse dehnten sich neue Räume aus, und neue Sterne glimmten in ihrem Dunkel, deren Tiefe er auf Tausende von Sternweiten schätzen zu müssen meinte.

Struve hat in neuerer Zeit auf anderm Wege diese Verhältnisse zu ergründen gesucht. Er hat dabei Rücksicht genommen sowol auf die Zahl der Sterne der verschiedenen Größenklassen, wie auf die sichtliche Zunahme ihrer Häufigkeit gegen die Milchstraße hin. Sein Resultat weicht wesentlich von dem Herschel'schen ab, da er für die Sehkraft des bloßen Auges nur einen Raum von $7^3/_4$ Sternweiten erhält, während sie sich nach Herschel auf 12 Sternweiten erstrecken müßte. Struve zog daraus den Schluß, daß die Sterne dem Auge früher entschwinden, als sie es nach ihrer Entfernung und Leuchtkraft sollten, daß das Sternlicht also auf seinem Wege zu uns geschwächt wird, daß der Himmelsraum nicht völlig durchsichtig ist. Dieser Schluß wird schon durch die einfache Thatsache gerechtfertigt, daß wir trotz der unendlichen Zahl der Sterne nicht ein gleichmäßig erhelltes Himmelsgewölbe, sondern nur vereinzelte Lichtpunkte auf dunklem Grunde erblicken.

Wie man nun auch über den wissenschaftlichen Werth und die Zuverlässigkeit solcher immerhin auf halb wahre Voraussetzungen gegründeten Schlüsse urtheilen möge, sie gewähren wenigstens eine annähernde Anschauung von der räumlichen Ausdehnung der Sternwelt. Weiter zu gehen, neue Schlüsse darauf zu bauen, wäre bedenklich. Es läge vielleicht nicht ganz fern, aus den erhaltenen Aufschlüssen über die verschiedenen Entfernungen der Fixsterne auch die wirkliche Größe dieser Welten, wenn auch gleichfalls nur annähernd, bestimmen zu wollen. Die Lichtmessungen der Sterne verbieten diesen Versuch von selbst. Allerdings zeigen die meisten Fixsterne sowol dem bloßen Auge als im Fernrohr Scheiben von merklichem Durchmesser. Aber schon der Umstand, daß diese Scheiben bei Anwendung stärkerer Vergrößerungen auffallend kleiner erscheinen, und noch mehr, daß selbst ein Stern erster Größe bei einer Bedeckung durch den Mond fast plötzlich verschwindet, beweist, daß jene Scheiben auf einer Täuschung beruhen. Gleichwol hat man lange Zeit die Hoffnung nicht aufgegeben, die wahren Durchmesser der Fixsternscheiben zu messen. Die Verbesserung der Beobachtungsmittel führte in der That zu einer fortschreitenden Verkleinerung jener Scheiben, und darin schien nur eine Bestätigung jener Hoffnung zu liegen. Kepler hatte noch den Durchmesser des Sirius zu 240, Tycho zu 120 Secunden angegeben. Albategnius verringerte ihn bereits auf 45, Gassendi auf 10 Se-

Digitized by Google

cunden und Jakob Caſſini und Hevel, die durch Verengung der Objectivöffnung des Fernrohres das Licht der Sterne abzuſchwächen und damit die Urſache jener Täuſchung zu heben ſuchten, gaben dem Sirius ſogar nur 5 und 6,3 Secunden Durchmeſſer. William Herſchel vermochte bei Anwendung einer 6500fachen Vergrößerung die Scheibe der Wega ſogar nur zu 0,36 und die des Arktur zu 0,2 Secunden im Durchmeſſer zu ſchätzen. Läßt man aber auch nur dieſe kleinſten ſcheinbaren Größen gelten, und berückſichtigt man dann die Entfernung, die man nach dem heutigen Stande der Forſchungen mindeſtens den nächſten Fixſternen geben muß, ſo erhält man doch immer noch wahre Durchmeſſer von 4—7 Millionen Meilen für dieſe beiden Fixſternwelten. Zu welchen ungeheuren Größen nun vollends die erwähnten älteren Angaben ſcheinbarer Fixſterndurchmeſſer führen würden, läßt ſich denken. So unwahrſcheinlich aber auch dieſe Reſultate an ſich ſind, ſo können ſie doch nicht die Hoffnung, daß künftig einmal eine ſichrere Meſſung der Fixſterndurchmeſſer gefunden werden möchte, ganz niederſchlagen. Erſt die neuen Lichtmeſſungen am Himmel haben die Unmöglichkeit ſolcher Meſſung dargethan.

Schon Gaſſendi war nämlich von der geringen Helligkeit überraſcht, welche die ſämmtlichen, gleichzeitig an unſerm Himmelsgewölbe glänzenden Sterne in einer völlig heitern Nacht verbreiten. Er kam dadurch auf den Gedanken, zu unterſuchen, welche Größe und welchen Glanz eine Scheibe darbieten müſſe, welche man aus allen dieſen Sternen nach der Vorſtellung, die man damals von ihrem ſcheinbaren Durchmeſſer hatte, zuſammenſetze. Indem er nun die Durchmeſſer der Sterne erſter Größe zu 3, die zweiter Größe zu $2^1/_2$ Minuten und ſo fort, die der ſechsten Größe zu $^1/_2$ Minute annahm, fand er, daß ſchon die Hälfte der 1026 von Hipparch als mit bloßem Auge ſichtbar aufgeführten Sterne hinreiche, in ihrer Vereinigung eine Scheibe zu bilden, welche die Mond- oder Sonnenſcheibe noch übertreffe. Da nun jeder Stern überdies für ſich mehr Licht ausſtrahlt, als ein entſprechender Theil des Mondes, ſo müßten jene 513 Sterne zuſammen uns mehr Licht zuſenden, als ſelbſt der Vollmond. Da dies aber nicht ſtattfindet, ſo folgt daraus, daß die den Sternen beigelegten Durchmeſſer bei weitem zu groß ſind.

Dies war ein erſter roher Verſuch. Die Reſultate der heutigen Lichtmeſſung geben ihm eine überraſchende Erweiterung dadurch, daß ſie eine Grenze für die Größe der ſcheinbaren Sterndurchmeſſer ſetzen. Wir wiſſen nämlich, daß nach den Unterſuchungen von Wollaſton mindeſtens 20,000 Millionen Sterne von der Helligkeit des Sirius dazu gehören würden, um die Erde ebenſo ſtark als die Sonne zu erleuchten. Nehmen wir nun an, daß der Sirius an ſich denſelben Glanz beſäße wie die Sonne, ſo würden auch 20,000 Millionen ſolcher kleiner Scheiben von der Größe des Sirius vereinigt werden müſſen, um der Oberfläche der Sonne gleich zu ſein. Der Durchmeſſer der Sonne aber beträgt 32 Min. 1,8 Sec. oder 1922 Sec. Durch eine einfache Rechnung läßt ſich nachweiſen, daß 20,000 Millionen kleiner Kreiſe der Sonnenoberfläche gleich ſind, wenn jeder derſelben $^1/_{84}$ Secunde zum Durchmeſſer hat. Das iſt alſo der größte

Digitized by Google

Durchmesser, den wir dem Sirius geben könnten. Ja dieser Durchmesser setzt noch voraus, daß der Glanz des Sirius dem der Sonne gleich sei. Nun haben wir aber bereits gesehen, daß die wirkliche Lichtstärke des Sirius die der Sonne vielleicht um das 63fache übertrifft. Der Winkeldurchmesser des hellsten Sternes am Himmel würde damit also noch weit unter jene Grenze zu setzen sein. Sie sehen, daß damit für unsere jetzigen Meßinstrumente noch sobald nicht eine Messung von Fixsternscheiben in Aussicht gestellt wird.

Wir haben somit wenigstens ein oberflächliches Bild der Raumverhältnisse der Sternwelt erhalten. Es ist freilich nur ein Bild, wie wir es uns etwa von einem Lande, das wir bereisen wollen, aus dürftigen Nachrichten zusammensetzen. Es sind nur die unsichern Umrisse eines Bildes, das seine wahre Gestalt erst draußen in dem unmittelbaren Verkehr mit jener Welt erhalten kann. Ueberall stießen wir auf Schwierigkeiten, sahen wir unsern Schlüssen Grenzen gesetzt. Gleichwol können wir es nicht unterlassen, diesem dürftigen Bilde, das wir auf unsere Reise mitnehmen wollen, noch eine gewisse Vollendung zu geben, indem wir zu der Ausdehnung seiner Räume auch die Zahl seiner Welten wenigstens in annähernder Weise fügen.

Sie werden es nicht unternehmen, die Sterne am Himmel zu zählen, und das Alterthum vermochte es ebenso wenig. Der größte Astronom des Alterthums, Hipparch, giebt die Zahl der am schönen italischen Himmel sichtbaren Sterne auf nicht mehr als 1600 an, und sein Sternverzeichniß, das uns von Ptolemäus hinterlassen worden, umfaßt sogar nur 1026 Sterne. Und doch erregte seine That eine solche Bewunderung, daß Plinius es ein den Göttern würdiges Unternehmen nennt, daß Hipparch der Nachwelt den Himmel wie zur Erbschaft hinterlassen wollte. Gegenwärtig gewähren die sorgfältig und mühsam angefertigten Sternverzeichnisse unserer Astronomen eine leichtere und sichrere Zählung. Nach Argelander beträgt die gesammte Zahl der über dem Horizont von Berlin dem unbewaffneten Auge deutlich erkennbaren Sterne 4022. Nimmt man auch noch an, daß mancher Beobachter auch wol einen großen Theil der Sterne siebenter Größe erkennt, so kann man die Gesammtzahl der mit bloßem Auge sichtbaren Sterne auf 6000 erhöhen. Ihrer Größe nach vertheilen sich diese Sterne in folgender Weise. Die erste Klasse umfaßt nach Argelander 20, die zweite 65, die dritte 190, die vierte 425, die fünfte 1100, die sechste 3200 Sterne. Von der siebenten Größe an wachsen die Zahlen bedeutend. Die siebente Klasse enthält 13,000, die achte 40,000, die neunte 142,000 Sterne. Will man weiter gehen, will man auch die Zahl der Sterne kennen, welche die jetzigen großen raumdurchdringenden Fernröhre dem Menschen sichtbar machen können, so muß man sich mit ungefähren Schätzungen begnügen. Struve nimmt für das Herschel'sche 20füßige Spiegelteleskop bei 180facher Vergrößerung für den gesammten Himmel 20,374,000 Sterne an, und William Herschel selbst schätzt die in seinem berühmten 40füßigen Teleskope in der Milchstraße allein sichtbar werdenden Sterne auf 18 Millionen.

Digitized by Google

Zweites Kapitel.

Die Eigenbewegungen der Fixsterne.

Ungeheuer wie die Räume erscheinen uns auch an Zahl die Welten, deren Gebiet wir betreten wollen. Ruhig und fest schimmert diese Sternenschaar über uns, seit Jahrtausenden unveränderlich in ihrer Gruppirung, die Symbole des Ewigen für alle Völker und alle Zeiten. Jetzt, da wir den Fuß unter sie setzen, werden sie in Bewegung gerathen, werden die ewigen Sternbilder sich auflösen, werden ihre ewigen Lichter aufleuchten, sich wandeln, erlöschen. Aber was das beschränkte irdische Auge niemals am Fixsternhimmel zu erspähen vermag, Ordnung, Gesetz, das wird der von der Wissenschaft zu diesen Welten emporgetragene Blick mit stolzer Genugthuung entdecken. Und nicht Wunder, sondern Sinn und Gesetz zu erkennen, ist der Zweck einer rechten Wanderung durch die Fremde.

Sie kennen den Zauberstab, der uns die geheimnißvollen Räume des Himmels erschließt, der uns jene Sinnbilder ewiger, ungestörter Ruhe, jene goldenen Nägel am Krystallgewölbe der alten Philosophen in raumerfüllende, bewegte Welten verwandelt. Sie wissen, daß dieser Zauber in nichts Anderem beruht, als in der gleichen besonnenen Prüfung, durch welche wir eine wirkliche Landschaft von einem Gemälde unterscheiden. Diese Prüfung muß uns den Nachweis einer gleichen oder verschiedenen Entfernung der einzelnen Gegenstände der Landschaft liefern. Entscheidend darüber wird also die Wahrnehmung einer eigenen Bewegung der Gegenstände selbst oder von Veränderungen, in denen sich unsere persönliche Bewegung draußen abspiegelt. Ein Zweifel könnte nur noch darüber entstehen, welcher von beiden Ursachen die wahrgenommenen Veränderungen zuzuschreiben seien, der wirklichen, von uns unabhängigen Bewegung draußen, oder dem Wiederschein unserer eigenen. Aber auch dieser Zweifel wird sich aus der Art und Richtung der wahrgenommenen Bewegungen lösen lassen. Eine Uebertragung unserer eigenen Bewegung auf die Außenwelt wird sich immer in einer gewissen Regelmäßigkeit äußern und eine gewisse Ruhe in der Richtung unserer Bewegung erkennen lassen. Wenn Sie durch einen Wald wanderten, so wird es Ihnen nicht entgangen sein, daß die Bäume, die Ihnen gerade gegenüber standen, ihre Lage nicht zu verändern schienen. Wenn Sie aber auf die Gegenstände zur Rechten und Linken achteten, so wird es Ihnen geschienen haben, als ob sie sich nach rechts oder links ausbreiteten. Selbst wenn Sie nichts davon gewußt hätten, daß Sie sich bewegen, so würden Sie es doch eben aus jenem Auseinandergehen der Bäume zur Seite mit ziemlicher Gewißheit haben folgern können, daß und in welcher Richtung Sie sich bewegten.

Ruhend und fest gleich jenen Bäumen des Waldes, so dünkt Ihnen die

Digitized by Google

Sternenschaar des Himmels. Die Physiognomie des Himmels scheint Ihnen unveränderlich, heute dieselbe, wie sie vor Jahrtausenden war. Die wenigen umherschweifenden Planeten und Kometen, die aufblitzenden Sternschnuppen und Meteore können die Physiognomie der Sternlandschaft nicht dauernd, nicht auffallend verändern; das Vorrücken der Nachtgleichen, das Wanken der Erdaxe kann wol neue Sternbilder heraufführen, andere Theile der Landschaft sichtbar machen, aber es kann diese Sternbilder selbst nicht auflösen, noch neue Gruppen schaffen. Die 40 Millionen Meilen, die Sie alljährlich mit Ihrer irdischen Heimat durch die Räume des Sonnensystems dahin wandeln, sie verschwinden wirkungslos gegen die Unermeßlichkeit der Fixsternwelt. Da verlangen Sie denn hinausgetragen zu werden in jene Räume, in schnellem Fluge sie zu durcheilen, um diese ruhende Landschaft in Bewegung zu bringen. Aber gedulden Sie sich! Vielleicht habe ich es gar nicht mehr nöthig, Sie in Bewegung zu setzen; vielleicht befinden Sie sich längst auf einer Reise mitten durch jene Fixsterne hin, und längst fliegen diese Sterne an Ihnen vorüber und weichen zur Seite gleich den Bäumen des Waldes. Bis jetzt haben Sie ja nur flüchtige Blicke zum Sternhimmel erhoben, und wenn solch ein Blick auch ein Menschenalter umfaßte. Wie nun, wenn Sie einmal einen recht langen, tiefen Blick in den Himmel thäten, einen Blick, der auf Jahrtausende zurückreichte? Ich will Ihnen diesen Blick durch die Wissenschaft leihen. Sie erschrecken vor dieser überraschenden Verwandlung. Noch eben strahlte dort im Norden die prächtige Wega im Sternbild der Leier, ruhig schimmerte unweit davon die reichgeschmückte nördliche Krone, und zwischen beiden erblickten Sie das sternbesäete Bild des kämpfenden Herkules. Vor dem festen Blicke der Wissenschaft erbleichen Held und Kranz und Leier wie Gespenster; die dunkle Fläche, an welche das Alterthum seine Bilder malte, thut sich auf, und ein weiter, unendlicher Raum klafft Ihnen entgegen. Sie erblicken eine Bewegung, die fort und fort, seit das Menschengeschlecht besteht, auflösend und zerstörend auf die ganze Himmelsphysiognomie einwirkte. Schon schauen Sie nicht mehr dieselben Sterngruppen, die vor 2000 Jahren noch ein Hipparch oder Ptolemäus schauten, und mit Entsetzen gewahren Sie jedes Band der Ordnung am Himmel sich lösen, und gleichviel, ob nach Jahrhunderten oder Jahrtausenden, wird das Kreuz des Südens und der Gürtel des Orion zerrissen und zerstückt sein.

Wir können nun unmöglich unsern Gedankenflug durch den Weltraum beginnen, ehe ich Sie nicht ein Stück Weges auf jener wirklichen Reise geleitet und Sie mit den geringen Erfahrungen bekannt gemacht habe, welche die Wissenschaft in der kurzen Zeit, seit sie bewußt diesen Weg wandelt, gesammelt hat. Ich führe Sie deshalb noch einmal zu jenem Walde zurück. Sie würden dort unzweifelhaft die Veränderungen um sich her am auffälligsten gefunden haben, wenn Sie einmal einen Augenblick anhielten, um sich recht genau die Physiognomie Ihrer Umgebung einzuprägen, und erst, nachdem Sie dann einige Minuten mit geschlossenen Augen weiter gewandelt wären, die Augen wieder geöffnet hätten. So ist es der Wissenschaft nun wirklich ergangen. Vor 2000 Jahren

Digitized by Google

hatte Hipparch seinen spähenden Blick auf den Himmel geworfen und den damaligen Anblick desselben, damit er dem Gedächtniß nicht entschwinde, durch ein genaues Sternverzeichniß verewigt. Bis zum Anfang des vorigen Jahrhunderts wandelte die Wissenschaft mit geschlossenen Augen weiter. Da fiel es einem Halley ein, die Augen wieder zu öffnen. Sein scharfer Blick durchforschte abermals den Himmel, er verglich den neuen Anblick mit dem alten, das neue Verzeichniß mit dem zweitausendjährigen. Siehe da, Sirius, Arktur, Aldebaran standen nicht mehr, wo sie der griechische Astronom verzeichnet hatte. Beobachtungsfehler reichten nicht hin, diese Veränderungen zu erklären; Täuschungen, etwa durch das Vorrücken der Nachtgleichen oder die Lichtabirrung, also durch Aenderungen in der Stellung der Erde oder ihrer Bahn veranlaßt, hätten die gesammten Sterne in gleichem Maße getroffen. Die Veränderung, die hier vorlag, war eigenthümlicher Art; es waren die Stellungen der Sterne zu einander verändert. Sirius hatte sich aus seiner alten Nachbarschaft entfernt und neue Gefährten gesucht; mancher Stern, der einst östlich von einem andern gestanden, wurde jetzt westlich von ihm gesehen. Man schritt nun ein Jahrhundert lang sehenden Auges vorwärts und fand, daß auch bei den sorgfältigsten Beobachtungen neuerer Zeit, bei Benutzung der vollkommensten Werkzeuge dasselbe Durcheinanderirren der Fixsterne fortwährte. Man fand geradezu, wie im Walde, daß zur Rechten und Linken die Sterne aus einander wichen, die einen schneller, die andern langsamer. Man erkannte unzweifelhaft eine Eigenbewegung der Sterne, und damit war das gemalte Himmelsgewölbe, das vor der gesunden Vernunft längst nicht mehr bestanden hatte, auch vor dem Urtheil der Sinne zerstört. Die Fixsterne waren nicht mehr fest, die Sonne selbst vielleicht ihrer Ruhe beraubt. Die Verschiedenheit in den Bewegungen der Sterne deutete zugleich auf eine Verschiedenheit in ihren Abständen. Nur in Betreff der Ursache dieser Bewegung konnte noch ein Zweifel sich geltend machen. Entweder konnte sie gedeutet werden als eine bisher uns unbewußt gebliebene weite Reise nicht der Erde allein, sondern unserer stolzen Sonne selbst und ihres ganzen Systems durch die Weiten des Himmels, oder die Bewegung konnte auch den fernen Sternen allein angehören und einer Wirklichkeit entsprechen, wie wir sie etwa dem verwickelten Lauf der Planeten zu Grunde legen mußten. Ehe ich Ihnen die Lösung dieser Frage mittheile, muß ich Sie mit den Eigenbewegungen der Fixsterne selbst näher bekannt machen.

Das größte Verdienst um die Bestimmung der Eigenbewegungen der Fixsterne gebührt Bessel, Argelander und Mädler. Auf Grund des berühmten Bradley'schen Sternverzeichnisses von 1755 hat letzterer in den Jahren 1847—1856 die Eigenbewegungen von 3136 Sternen ermittelt. Die Größe dieser Bewegungen ist außerordentlich verschieden. Im Mittel beträgt sie etwa 10—11 Secunden im Jahrhundert, wächst aber bei einzelnen Sternen bis auf mehrere Secunden im Jahre an, während sie bei andern wieder noch nicht eine Secunde im Jahrhundert erreicht. Die stärksten Bewegungen erwartete man ursprünglich bei den hellsten und darum wahrscheinlich auch nächsten Fixsternen zu finden, und

Digitized by Google

in der That beträgt die Eigenbewegung des Sirius 125, des Procyon 133, des Arktur 226 und des Hauptsterns im Centauren 358 Secunden im Jahrhundert. Aber ebenso große und noch größere Eigenbewegungen kommen in allen Klassen der Fixsterne vor, und ebenso zeigen einige der hellsten Sterne außerordentlich kleine Bewegungen. So besitzen die beiden hellsten Sterne des Orion, Beteigeuze und Rigel, nur eine Bewegung von 5 und 3,5 Secunden im Jahrhundert. Die größten bisher beobachteten Bewegungen zeigen sogar einige Sterne sechster bis achter Größe. So beträgt die Eigenbewegung eines Sternes sechster Größe im Schiff 787, eines Sternes derselben Größe im Indianer 774, eines Sternes siebenter Größe an der Grenze der Jagdhunde und des großen Bären 697, des 61sten Sternes im Schwan, eines Sternes fünfter Größe, 522, eines Sternes vierter bis fünfter Größe im Eridanus 409, eines Sternes sechster Größe in der Kassiopeja 383 Secunden im Jahrhundert. So klein diese Bewegungen an sich auch erscheinen, so erhalten sie doch eine Bedeutung durch die Kraft der Jahrtausende. Seit dem Beginn unserer Zeitrechnung ist in der That die Bewegung des Arktur bereits auf $2^1/_2$, die des Sternes im Schwan auf 6, die des Sternes im Schiffe sogar auf 9 Vollmondbreiten angewachsen. Sie erhalten noch eine weitere Bedeutung dadurch, daß sie nur der Schein wirklicher Bewegung sind, die bei den gewaltigen Entfernungen dieser Welten auf außerordentliche Geschwindigkeiten hindeuten, beim Arktur, mäßig geschätzt, auf eine Geschwindigkeit von 10—11 Meilen in der Secunde.

Sie sehen, daß die Eigenbewegung durchaus in keiner bestimmten Beziehung zur Helligkeit der Sterne steht. Wenn Sie also ein gewisses Abhängigkeitsverhältniß zwischen der Eigenbewegung und der Entfernung gelten lassen wollen, so werden Sie auch den Schluß gerechtfertigt finden, daß Sterne jeder Helligkeitsklasse in allen Entfernungen in gleicher Häufigkeit vorkommen. Allerdings beschränkt sich die Beobachtung dieser Bewegung erst auf eine kleine Zahl von Sternen, die verschwindend ist gegen die Hunderttausende und Millionen von Sternen, welche eine gegründete Schätzung am Himmel nachweist. Neun volle Jahre war Mädler beschäftigt, um nur für 3000 Sterne jene Bewegung zu berechnen. Welche Riesenarbeit ist der Wissenschaft also noch aufgehoben! Aber erst spätere Zeiten werden diese Arbeit zu leisten haben. Noch sind unsere umfassenderen Sternverzeichnisse zu neu, um bereits die Spuren einer Veränderung erkennen zu lassen.

Sie wissen jetzt, auf einen wie kleinen Theil der Himmelswelt sich unsere Kenntniß von den Eigenbewegungen der Sterne noch erstreckt, und Sie werden nun auch die ganze Schwierigkeit einer Antwort auf jene Frage begreifen, die ich vorhin aufwarf. Es war die Frage, ob unsere Sonne allein, oder ob jeder der Fixsterne in einer Bewegung begriffen sei. Daß die Sonne allein unter allen den zahllosen Welten, sie mit ihrem reichen Gefolge durch den Raum zu wandeln bestimmt sei, liegt außer aller Wahrscheinlichkeit. Ist die Sonne ein Fixstern gleich den andern, warum sollte nur sie ihre Ruhe nicht finden können! Oder wäre sie nur der Trabant eines höheren Systems, wäre es ein

Digitized by Google

benachbarter Fixstern, um den sie zu kreisen hätte? Dagegen spricht wieder die ungeheure Weite der Bahn, die sie zu durchlaufen hätte; denn so klein sind die Veränderungen in der Lage der Fixsterne, daß sich auf Millionen von Jahren schließen läßt, die erforderlich wären, damit die Sonne ihre Periode vollenden könnte. Wiederum den Fixsternen allein jene Bewegung zuzuschreiben, ist ebenso gegen alle Wahrscheinlichkeit; welches Vorrecht hätte denn die Sonne vor ihnen? So bleibt uns nur übrig, eine gleichzeitige Bewegung von Sonne und Fixsternen anzunehmen und damit freilich die Erscheinung in bedenklicher Weise zu verwickeln. Jede der kleinen Ortsveränderungen der Sterne am Himmel stellt sich uns nun dar als eine Vereinigung jener zusammenwirkenden Bewegungen. Welche Aussicht bietet sich uns, diese ineinander greifenden Ursachen und Wirkungen zu trennen? Wir wollen sehen, wie weit es der Wissenschaft wenigstens geglückt ist, den Weg und die Richtung aufzufinden, nach welcher ein unaufhaltsamer Zug unsere Sonne mit Erde und Planeten in den Raum hinausführt.

Zunächst ist die ganze Anschauung, von der wir ausgingen, wesentlich umgestaltet. Wir glaubten uns durch einen Wald dahin wandelnd und suchten aus dem scheinbaren Auseinanderweichen der Bäume die Richtung unserer Bewegung zu erkennen. Die Fixsterne gleichen jetzt nicht mehr den ruhigen, festgewurzelten Bäumen des Waldes. Sie sind in Bewegung gleich uns. Sie gleichen vielmehr segelnden Schiffen, die von allen Seiten und nach allen Richtungen steuernd uns umgehen. So wollen wir uns denn selbst auf ein solches segelndes Schiff versetzen, mitten auf hoher See, rings am Horizonte nur segelnde Schiffe, nirgends eine Küste, nirgends eine Marke, an der wir unsere eigene Bewegung und ihre Richtung erkennen könnten. Sie werden fragen, wie es möglich sei, ohne ein anderes Hülfsmittel als diese uns rings umschwärmenden Schiffe die eigene Richtung zu finden. Und doch ist es möglich. Wenn wir still stehen, werden wir bei der großen Zahl der bewegten Schiffe offenbar keine bestimmte Richtung ihrer Bewegung vorherrschen sehen. Wenn wir uns aber selbst bewegen, so erhält jedes der übrigen Schiffe zu seiner wahren Bewegung noch eine gemeinsame scheinbare zugefügt, die der unserigen genau entgegengesetzt ist. Es wird also die Mehrzahl der Schiffe sich in einer Richtung zu bewegen scheinen, die sich der der unserigen entgegengesetzten mindestens nähern wird. Die Schiffe werden sogar ähnlich jenen Bäumen im Walde in der Richtung, nach welcher wir uns hinbewegen, auseinanderzurücken, in der entgegengesetzten einander zu nähern scheinen. Sie sehen, es kommt nur darauf an, daß die Zahl der Schiffe groß genug ist, um uns durch die Mischung von Schein und Wahrheit in ihren Bewegungen über unsere eigene Richtung mit Sicherheit belehren zu können.

Kehren wir jetzt unter die bewegten Sterne zurück und versuchen wir hier die Lösung der gleichen Aufgabe. William Herschel schon ist uns darin vorangegangen. Sie werden es freilich für ein gewagtes Unternehmen halten, zu einer Zeit, wo erst von kaum 20—30 Sternen Eigenbewegungen bekannt waren, also auf eine höchst schwache Grundlage so wichtige Schlüsse bauen zu wollen.

Digitized by Google

Ich verdenke es Ihnen auch nicht, wenn Sie den Erfolg dieses Unternehmens nicht dem Scharfsinn Herschel's allein, sondern mehr noch dem glücklichen Zufall zuschreiben. Genug, Herschel bestimmte aus der Gemeinsamkeit, die er in der Richtung jener Eigenbewegungen zu erkennen glaubte, die Richtung des Laufes unserer Sonne und bezeichnete einen kleinen Stern im Sternbilde des Herkules als den Punkt des Himmels, nach welchem sie sich bewege. Das Verdienst, dieses unsichere und damals vielfach angefochtene Resultat über alle Zweifel erhoben zu haben, gebührt Argelander. Ihm standen reichere und sichrere Thatsachen zu Gebote. Die Grundlage seiner Rechnung bildeten 390 Sterne, die eine jährliche Bewegung von $^1/_2$—1 Secunde und darüber gezeigt hatten. Als Resultat seiner Rechnung ergab sich für die Richtung der Eigenbewegung unserer Sonne ein Punkt, der gleichfalls im Sternbild des Herkules, und zwar auf das Jahr 1800 bezogen, in 257° 54′ gerader Aufsteigung und 28° 49′,2 nördlicher Abweichung liegt. Spätere Untersuchungen anderer Astronomen, die namentlich auch die südlicheren Sterne berücksichtigten, haben nur zu einer etwas genaueren Bestimmung dieses Punktes, zu einer engeren Umgrenzung seiner Ungewißheit geführt. Mädler's jüngste, auf 2163 Sternbewegungen gegründete Rechnung hat für diesen wichtigen Punkt des Himmels eine gerade Aufsteigung von 261° 38′,8 und eine nördliche Abweichung von 39° 53′ 9 ergeben.

Wenn Sie erwägen, was sonst in der Astronomie eine beobachtete Bewegung zu bedeuten hat, mit welcher Sicherheit Gesetze daraus erschlossen, Bahnen berechnet, Systeme begründet werden, so dürfen Sie sich doch nicht der Hoffnung hingeben, auch für die bewegte Fixsternwelt ähnliche Gesetze, ähnliche Ordnungen sich enthüllen zu sehen. Bedenken Sie nur, wie lange die Menschheit den einfachen Mechanismus des Planetensystems betrachten, wie oft sie die Perioden seiner Bewegungen in wiederkehrender Reihenfolge beobachten mußte, ehe sie das einfache Gravitationsgesetz, ehe sie die Formeln für diese Bewegung aufzustellen vermochte! Noch sind es kaum 100 Jahre, daß man die Eigenbewegungen der Fixsterne verfolgt. Freilich ist das mit einer Sicherheit geschehen, die selbst secundengroße Ortsveränderungen der Beobachtung nicht entgehen ließ; freilich war man im Stande, alle scheinbaren Veränderungen aus dem Vorrücken der Nachtgleichen, dem Wanken der Erdaxe, der Abirrung des Lichts auf das schärfste von diesen wirklichen Ortsveränderungen zu trennen. Aber was sind 100 Jahre in der Geschichte des Himmels in dem Jahreslaufe eines Fixsterns, an der Uhr des unendlichen Weltganzen! Noch vermag selbst die Ahnung nicht das Gesetz dieser Bewegungen abzuleiten, die Züge dieser Weltordnung zu entziffern.

Lassen wir uns genügen, die fernen Welten in Bewegung gesetzt zu haben; lassen wir uns genügen, in eilendem Fluge von unserer stolzen Sonne selbst durch die Räume des Alls dahin getragen zu werden! Ein Gedanke geht mit uns — daß nirgends Stillstand in der Natur, daß mit seinem Wohnsitz auch das Menschengeschlecht fortschreitet, und daß, wer es hemmen will, so Vergebliches unternimmt, als wollte er eingreifen in den ewigen Lauf der Gestirne!

Digitized by Google

Denkmal des Nikolaus Copernicus zu Krakau.

Drittes Kapitel.

Die veränderlichen und die neuen Sterne.

Der Glaube an die Ewigkeit und Unveränderlichkeit des Fixsternhimmels wird noch vollends in Ihnen zerstört werden, ehe Sie noch einen Fuß auf jenes Gebiet gesetzt haben. In Bewegung haben Sie bereits jene zahllosen Welten sich setzen sehen, und es war eine Bewegung, die, weil sie jedem Stern eigenthümlich in Richtung und Geschwindigkeit, allmälig diese festen Sternbilder und Sterngruppen auflösen und die Physiognomie der Himmelslandschaft zum Unkenntlichen umgestalten wird. Aber diese Zerstörung der räumlichen Verhältnisse genügt immer noch nicht; auch die ewigen Lichter des Himmels muß ich Ihnen verlöschen. Sie werden Veränderungen in den Lichtverhältnissen dieser Fixsternwelten auftreten sehen, von einer Seltsamkeit und Plötzlichkeit, wie Sie sie schwerlich auch nur von den wandelbarsten Gestalten unserer planetarischen Welt erwartet haben möchten.

Digitized by Google

Blicken Sie hinauf zur Milchstraße, die jetzt im höchsten Glanze den ganzen Himmel umspannt! Viele prächtige Sternbilder schwimmen in ihrem bleichen Lichtmeer; aber drei sind es vor allen, für die ich jetzt Ihre Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen möchte: dort hoch oben die reich geschmückte Kassiopeja, darunter der Schwan mit dem funkelnden Deneb, tief unten im Westen der Schlangenträger, dessen letzte Sterne Sie noch schimmern sehen. Unter diesem Sternbild werden Sie im Mai noch einzelne Sterne eines vierten auftauchen sehen, des Skorpions im Thierkreise. Diese vier Sternbilder sind wiederholt der Schauplatz einer der wunderbarsten Begebenheiten des Himmels gewesen, die alle Welt in Erstaunen setzte. Plötzlich tauchten hier nie vorher gesehene Sterne auf, gespensterhaft loderten sie eine Zeit lang an dem sonst dunklen Raume in einem Glanze, der oft selbst die hellsten Fixsterne verdunkelte, um allmälig wieder zu verlöschen und für immer dem staunenden Blick zu entschwinden, oder in einem kleinen schimmernden Stern die Trümmer ihres kurzen, glänzenden Traumes späteren Tagen zu überliefern.

Die Berichte der Chinesen von solchen außerordentlichen Erscheinungen reichen zurück bis auf das Jahr 134 vor Anfang unserer Zeitrechnung, und es ist nicht wahrscheinlich, daß den meisten dieser Berichte eine Verwechslung mit ungeschwänzten Kometen zu Grunde liegt. Auch Hipparch soll ja um jene Zeit nach einer Erzählung des Plinius durch die überraschende Erscheinung eines neuen Sterns zu seinem berühmten Sternverzeichniß veranlaßt worden sein. Schriftsteller der römischen Kaiserzeit, arabische und deutsche Astronomen des Mittelalters berichten von ähnlichen Ereignissen. Aber erst in den jüngsten drei Jahrhunderten wurden sie Gegenstand wissenschaftlicher Beobachtung. 22 „neue" Sterne sind bisher bekannt und von diesen tauchten fünf im Sternbild des Skorpions, vier im Schlangenträger, drei in der Kassiopeja, zwei im Schwan und seiner nächsten Umgebung auf. Die übrigen erschienen im Centauren, im Schützen, im Adler, im Widder und Orion, also sämmtlich mindestens in der Nähe der Milchstraße.

Ein solcher plötzlich aus der Himmelsnacht auflodernder Stern war es, der dem bekannten dänischen Astronomen Tycho de Brahe, als er während eines Aufenthaltes bei seinem Onkel Steno Bille im ehemaligen Kloster Herritzwald am Abend des 11. November 1572 aus seinem chemischen Laboratorium heimkehrte, nahe am Zenith in der Kassiopeja entgegenstrahlte. Es ist ihm schwerlich zu verargen, wenn er in der ersten Aufregung seinen Sinnen nicht traute und Arbeiter herbeirief, um sich durch ihr Zeugniß dies Wunder bestätigen zu lassen. Da stand ein Stern, dessen blendend weißer Lichtglanz selbst den Sirius und Jupiter übertraf, der bei Nacht durch Wolken hindurch schimmerte und bei Tage sogar von scharfen Augen erkannt wurde. Zu Ende des Jahres begann der wunderbare Stern zu erbleichen, und sein Licht wurde roth gleich dem des Mars; im April und Mai des nächsten Jahres kehrte zwar seine weißliche Farbe zurück, aber er glich nur noch einem Sterne zweiter Größe; im Dezember war er zu einem Sterne fünfter Größe herabgesunken, und im März 1574 verschwand er endlich, nachdem er 17 Monate geleuchtet, spurlos für das unbewaffnete Auge.

Digitized by Google

Ein Vierteljahrhundert später wurde abermals das Auge eines berühmten Astronomen durch zwei seltsame Erscheinungen dieser Art an den Himmel gefesselt. Es war Kepler, der im Jahre 1602 im Sternbilde des Schwans einen neu erschienenen Stern erblickte, freilich nachdem er 2 Jahre vorher bereits von dem berühmten Geographen Janson entdeckt worden war. Dieser neue Stern erreichte zwar nur den Glanz eines Sterns dritter Größe, entzog sich aber erst nach 19 Jahren den Blicken des Astronomen. Unzweifelhaft war es derselbe Stern, den Dominique Cassini im Jahre 1655 genau an derselben Stelle aufleuchten und wieder verschwinden sah, und den noch einmal Hevel im Jahre 1665 beobachtete, bis er allmälig zu einem Stern sechster Größe erbleichte, als welcher er noch heute unverändert dort am Halse des Schwanes schimmert.

Glänzender und überraschender war für Kepler das plötzliche Auflodern eines Sternes am rechten Fuße des Schlangenträgers im Oktober des Jahres 1604. Sein weißes Licht überstrahlte, wenn auch nicht dem des Tychonischen Sternes gleich, alle Fixsterne und selbst den Jupiter, und sein lebhaftes Funkeln erregte das Staunen aller Beobachter. Funfzehn Monate nach seinem Erscheinen verschwand er im März des Jahres 1606 spurlos vom Himmel.

Noch einmal tauchte im Jahre 1670 in der Nähe des Schwans am Kopfe des Fuchses ein neuer Stern dritter Größe auf, der nach dem kurzen Dasein von drei Monaten unsichtbar wurde, um zwar im nächsten Jahre als Stern vierter Größe wieder zu erscheinen, jedoch abermals bald zu verschwinden. Cassini beobachtete ihn zuletzt als Stern sechster Größe im März 1672; seitdem ward er nie wieder gesehen.

178 Jahre verflossen seit jener Zeit, ohne daß ein ähnliches Wunder sich dargeboten hätte, trotzdem der Himmel jetzt mit Fernröhren aufs sorgfältigste durchmustert wurde, trotzdem genaue Sternverzeichnisse die sicherste Controle über jeden fremden Eindringling am Himmel ermöglichten. Erst am 28. April 1848 gelang dem bekannten Astronomen Russel Hind in London die wichtige Entdeckung eines neuen Sterns vierter bis fünfter Größe, der im Schlangenträger erschien, aber im Jahre 1850 bereits zur elften Größe herabgesunken war und allmälig entschwand. Im Jahre 1850 endlich ward abermals ein neuer glänzendrother Stern sechster Größe im Orion von Julius Schmidt in Olmütz beobachtet.

So seltsame Ereignisse, namentlich wenn sie, wie zu den Zeiten Tycho's, Kepler's und Cassini's, so zahlreich in den Raum eines Jahrhunderts zusammengedrängt waren, mußten den alten aristotelischen Glauben an die ewige Unveränderlichkeit des Fixsternhimmels tief erschüttern. Immerhin aber war es für jene Zeit ein kühnes und der großartigen Hypothese eines William Herschel vorgreifendes Wagniß, wenn Tycho öffentlich die Ansicht aufstellte, jener neue Stern in der Kassiopeja sei das Ergebniß einer kürzlich entstandenen Zusammenballung der über den ganzen Weltraum ausgebreiteten Materie, sei eine neue Schöpfung. Den meisten damaligen Gelehrten ging noch der kirchliche und philosophische Glaube über die wissenschaftliche Forschung. Die Welt galt ihnen als durch

Digitized by Google

einen einzigen Akt in ganzer Vollkommenheit geschaffen; der neue Stern mußte mithin so alt als die Welt selbst sein. Um diesen Glauben zu retten, konnte nichts zu gewagt erscheinen in einer Zeit, wo selbst ausgezeichnete Astronomen, wie Cardanus, noch in dem neuen Stern den Stern der Magier sahen, der, wie damals die Geburt, so jetzt die Wiederkunft Christi verkünde. Da sollte denn dieser Stern aus weiter Himmelsferne sich der Erde genähert haben, um seinen Glanz den Menschen sichtbar zu entfalten, und dann, als er verschwand, genau in gerader Linie wieder in jene Ferne zurückgekehrt sein. Dagegen sprach freilich der Umstand, daß der Stern, trotzdem er ganz plötzlich in vollem Glanze erschienen war, doch zwölf ganze Monate brauchte, um von der ersten bis zur siebenten Größe abzunehmen, während eine Bewegung, wie die angenommene, jedenfalls die gleiche Geschwindigkeit für sein Gehen wie für sein Kommen bedingt hätte. Der schlagendste Einwand aber, den man freilich damals noch nicht machen konnte, ist in der Geschwindigkeit des Lichts begründet.

Das Sternbild des Schlangenträgers.

Sie werden als die unterste Grenze der Fixsternwelt eine Entfernung kennen lernen, welche zu durchlaufen das Licht mehr als drei Jahre braucht. Befand sich nun selbst jener neue Stern im Augenblick seines plötzlichen Erscheinens an dieser äußersten Grenze, so mußte er, um aus der ersten in die zweite Größe überzugehen, in eine doppelt so große Entfernung hinausrücken. Dazu hätte er aber, selbst wenn er sich mit der Geschwindigkeit des Lichts bewegte, mindestens drei Jahre bedurft; und so hätten vom Augenblicke seiner Lichtabnahme an bis zu dem Tage, an welchen er in zweiter Größe erschien, mindestens 6 Jahre verfließen müssen. Die ganze Lichtabnahme des Sterns bis zur siebenten Größe würde also die Zeit von 36 Jahren erfordert haben, eine Zeit, die an sich schon

Digitized by Google

für die Bewegung des Sterns die unglaubliche Geschwindigkeit des Lichts vorausſetzt, ja die ſelbſt bei der Annahme einer unendlichen Geſchwindigkeit ſich nur auf die Hälfte zurückführen ließe. So vermögen alſo auch die künſtlichſten Mittel die thatſächliche Geſchwindigkeit des Lichts nicht in Einklang zu bringen mit jenen 12 Monaten, die in Wirklichkeit die Lichtwandlungen des ſeltſamen Geſtirns umfaßten.

Vergebens bemühte man ſich, eine Urſache zu erſinnen, welche geeignet war, ſo wunderbare Himmelserſcheinungen zu erklären. Selbſt ein Tycho blieb doch im Grunde bei dem abenteuerlichen Gedanken ſtehen, Welten entſtehen und untergehen zu laſſen, wie die vergänglichen Geſchöpfe unſerer Erde, Welten in Feuersbrünſten ſich verzehren und, um der ſpätern Beobachtung gerecht zu werden, aus der Aſche der alten neue Sonnenſyſteme aufkeimen zu laſſen, die nach kurzem Daſein wieder in Flammen enden ſollten. Eine einfachere Erklärung, welche ſich hätte auf die Annahme gründen können, daß die Fixſterne um eine Are rotiren und uns verſchieden leuchtende, bald helle, bald dunkle Theile ihrer Oberfläche zuwenden, lag jener Zeit noch zu fern. Vor Erfindung der Fernröhre hatte man ja weder die Sonnenflecken noch die dunklen Schatten auf den Oberflächen der Planeten geſehen, kannte man alſo überhaupt noch keine andere Rotationsbewegung, als die von Copernicus behauptete unſerer Erde. Wenn gleichwol ein Kepler es wagte, bereits im Jahre 1604 von einer Axendrehung der Planeten und Fixſterne zu ſprechen, ſo war das nur einer der vielen kühnen Geiſtesblitze des unſterblichen Forſchers.

Das Sternbild des Perſeus.

Der Gedanke an eine Axendrehung der Fixſterne trat der Wiſſenſchaft erſt näher, ſeit eine andere mit jener der neuen Sterne verwandte Erſcheinung in den

Digitized by Google

Bereich der Beobachtung gezogen war. Diese Erscheinung, die zugleich der Wandelbarkeit des Fixsternhimmels einen allgemeineren Charakter zu verleihen scheint, ist die der veränderlichen Sterne.

Im Sternbilde des Walfisches, der dort im Süden nicht gar hoch über dem Horizonte funkelt, steht einer der merkwürdigsten Sterne des Himmels, dem schon Hevel vor 200 Jahren den Namen des „wunderbaren", der Mira gegeben hat. Bisweilen überstrahlt der röthliche Glanz dieses Sterns die Sterne zweiter Größe; dann nimmt er wieder allmälig ab bis zur sechsten Größe, ja fast bis zum Verschwinden, um endlich von Neuem wieder aufzuflammen und von Neuem zu verlöschen. Die Zeit dieser Lichtveränderung umfaßt ungefähr $331\frac{1}{3}$ Tage, ist aber nicht immer die gleiche, sondern Schwankungen von mehr als 20 Tagen unterworfen, die nach neueren Untersuchungen bis auf einige Ausnahmen wiederum durch periodische Gesetze geregelt scheinen. Auch erreicht er nicht immer die gleiche Höhe seines Glanzes und bleibt bisweilen bei dem bescheidenen Schimmer eines Sternes dritter oder vierter Größe stehen, während er vielleicht in der vorhergehenden Periode fast als Stern erster Größe gestrahlt hatte. Ja selbst die Dauer seiner größten Helligkeit ist veränderlich und schwankt zwischen 20 und 30 Tagen.

Im Sternbild des ~~Perseus~~ dort im Norden sehen Sie einen andern veränderlichen Stern von nicht minderer Seltsamkeit, den Algol im Kopf der Medusa. In der überaus kurzen Periode von 68 Stunden 49 Minuten, die überdies selbst in geringem Grade veränderlich zu sein scheint, behauptet dieser Stern etwa 62 Stunden hindurch den vollen Glanz eines Sternes zweiter Größe, nimmt dann $3\frac{1}{2}$ Stunden hindurch bis fast zur vierten Größe ab und geht in etwa gleicher Zeit wieder unter mancherlei kleinen Unterbrechungen und Schwankungen zum vollen Glanze über. Auch am Halse des Schwans steht ein veränderlicher Stern, der in Perioden von etwa 406 Tagen zwischen fünfter und elfter Größe schwankt. Ebenso wechselt der Stern δ im Cepheus mit großer Regelmäßigkeit in je 5 Tagen 8 Stunden 49 Minuten sein Licht, und eine gleich regelmäßige Periode von 10 Tagen 3 Stunden 35 Minuten zeigt ein zwischen dritter und fünfter Größe schwankender Stern in den Zwillingen. Ein Stern dritter Größe in der Leier zeigt sogar zweimal innerhalb 12 Tagen 21 Stunden 45 Minuten eine Lichtveränderung, indem er einmal zur vierten Größe, dann, nachdem er den Glanz dritter Größe wiedererlangt hat, zur fünften Größe herabsinkt. Ein kleiner Stern in der nördlichen Krone ist sogar mehrmals völlig unsichtbar geworden, während er dann wieder lange Jahre hindurch seine Größe scheinbar völlig unverändert behauptet hat. Auch ein kleiner Stern im Sobiesky'schen Schilde, ein anderer im Wassermann und der bekannte kleine Stern im Schwan, der zu Kepler's Zeit neu erschien, scheinen ähnliche räthselhafte Wechsel zu erleiden.

Noch sind nicht mehr als 220 Jahre verflossen, seit zum ersten Male die Aufmerksamkeit der Astronomen auf diese veränderlichen Sterne gelenkt wurde. Mira, Algol und der Stern am Halse des Schwans waren die ersten und einzigen Sterne dieser Art, von welchen das 17. Jahrhundert eine Kunde erlangte. Gegenwärtig ist die Zahl der veränderlichen Sterne auf 65 angewachsen, diejenigen

ungerechnet, deren Veränderlichkeit noch nicht hinreichend feststeht. Von diesen gehören allein 26 dem letzten Jahrzehnt an. Es sind mehrere glänzende Sterne darunter, wie der prachtvolle Stern an der rechten Schulter des Orion, die Hauptsterne der Kassiopeja, des Herkules und der Wasserschlange. Auch Capella und Wega, der Polarster nund einige der schönen Sterne des großen Bären dürften unzweifelhaft in diese Klasse der veränderlichen Sterne gehören. Die Lichtveränderungen anderer Sterne dagegen, wie des Castor in den Zwillingen und des Alphard in der Wasserschlange, an die man lange Zeit glaubte, scheinen auf der irrthümlichen Annahme zu beruhen, daß bei der seit Anfang des 17. Jahrhunderts von Bayer eingeführten Buchstabenbezeichnung der Sterne vorzugsweise auf die Helligkeit der Sterne, nicht aber auch auf die Gestalt und Richtung der Sternbilder Rücksicht genommen sei.

Den seltsamsten Reichthum an Veränderungen, in denen sich bisher noch nicht die geringste periodische Regelmäßigkeit entdecken ließ, zeigt ein Stern des südlichen Himmels, der Stern η im Schiffe. Schon von Halley im J. 1677 als Stern vierter Größe beobachtet, hatte er sich im J. 1751 zur zweiten Größe erhoben, war aber wieder im J. 1811 zur vierten Größe herabgesunken. Abermals erhob er sich im J. 1822 zum Sterne zweiter Größe; sein Glanz erreichte im J. 1827 sogar den Glanz des Hauptsternes im südlichen Kreuze, um aber bald wieder zur zweiten Größe herabzusinken und diese Helligkeit mit geringen Schwankungen bis zum J. 1837 zu behaupten. Sie werden das Staunen begreifen, das den bekannten Astronomen John Herschel erfaßte, als er bei seinem Aufenthalt am Vorgebirge der guten Hoffnung am 16. Dez. 1837 denselben noch wenige Wochen vorher beobachteten Stern plötzlich zu einem Glanze angewachsen fand, daß er alle Sterne erster Größe außer Canopus und Sirius überstrahlte. Ja dieser Glanz nahm sogar nach einer kurzen Periode der Abschwächung im Jahre 1843 im einem solchen Grade zu, daß er dem Sirius fast gleich geschätzt wurde.

Gewiß ist es schwierig, auch nur einigermaßen annähernde Erklärungen für diese so manchfaltigen und wunderbaren Lichterscheinungen der Fixsternwelt zu finden. Man hat, wie ich Ihnen schon andeutete, seine Zuflucht zu einer Axendrehung der Sterne genommen, durch welche uns bald hellere, bald dunklere Seiten zugewendet werden sollten. Diese Annahme würde einigermaßen für die periodisch veränderlichen Sterne passen, wenn nicht auch hier die Unregelmäßigkeit der Lichtperioden, namentlich jenes plötzliche Aufflammen des Lichtes vom tiefsten Dunkel zum höchsten Glanze und jene ungleiche Geschwindigkeit der Ab- und Zunahme des Lichtes dagegen spräche. Aber völlig verliert diese Ansicht ihren Halt bei den neuen Sternen, man müßte denn hier die Perioden für außerordentlich lange erklären und zugleich ihr Wiedererscheinen nachweisen. Letzteres glaubte man in der That bei dem berühmten Sterne Tycho's schon zur Zeit seines Erscheinens annehmen zu dürfen, indem man ihn für übereinstimmend hielt mit den in den Jahren 945 und 1264 nahe an derselben Stelle des Himmels plötzlich aufgelodernden Sternen. Arago aber hat die Unwahrscheinlichkeit dieser An-

Digitized by Google

nahme auf das schlagendste nachgewiesen. Man hat ferner zur Erklärung dieser Erscheinungen seine Zuflucht zu kosmischen Gewölken genommen, welche zeitweise durch ihr Dazwischentreten den Glanz der Gestirne verdunkeln sollten. Ja man hat sogar endlich eine Astronomie des Unsichtbaren heraufbeschworen und dunkle Sonnen erfunden, welche von leuchtenden umkreist werden sollen. Es sind zum Theil die geistvollsten der neueren Astronomen, wie Laplace, Bessel und Mädler, gewesen, welche das Dasein solcher dunklen, unsichtbaren Sonnen vertheidigt haben. Aber auch diese Annahme würde nur in wenigen Fällen das Räthsel lösen, und selbst da noch würde man zu mancher künstlichen Hypothese gezwungen sein, beim Algol z. B. statt einer planetenartigen Kugel einen Körper von saturnähnlicher Gestalt annehmen müssen. Jedenfalls hat die Forschung hier noch nichts erwiesen, und wir müssen einstweilen noch alle diese Erklärungen mit Humboldt in ein mythisches Gebiet der Astronomie verweisen.

Die Seltsamkeit in den Lichtverhältnissen der Sternenwelt wächst überdies noch durch die Mannichfaltigkeit der Farben, die sie darbietet. Allerdings ist das reine Weiß die vorherrschende Farbe des Sternlichtes; aber daneben herrscht in augenfälliger Weise das Roth, und Gelb, Blau, Grün, Violett und Purpur sind nicht selten vorkommende Sternfarben. Man wird kaum anders als in den Gestirnen selbst und in ihrer Naturbeschaffenheit die Ursachen dieser Farbenverschiedenheit suchen können. Da bietet sich aber eine neue Schwierigkeit in einer kaum noch zweifelhaften Farbenveränderung mehrerer Sterne. So wurde der Sirius von den Alten als roth bezeichnet, und auch Ptolemäus giebt ihm dieselbe Farbe wie dem Arktur und Beteigeuze. Seit Tycho's Zeit ist der Sirius nie anders als weiß gesehen worden, während die beiden andern Sterne noch heute ihre rothe Farbe zeigen. Auch bei zwei Sternen des Löwen und Delphin scheint in neuerer Zeit eine Farbenveränderung stattgefunden zu haben, und die Röthe des Arktur soll nach Schmidt's Beobachtungen in Abnahme begriffen sein. Freilich wird man auch über diese Veränderungen nicht so bald zu sicheren Thatsachen gelangen.

Klare Aufschlüsse vermochte ich Ihnen über alle diese wunderbaren Ereignisse der Fixsternwelt nicht zu bieten; aber meinen Zweck habe ich gleichwol erreicht. Der Glaube an die Unwandelbarkeit und Festigkeit des Fixsternhimmels ist Ihnen zerstört. Sie haben die festen Sterne sich bewegen, haben die ewigen Sonnen aufflammen und erbleichen sehen; eine Wandelbarkeit hat sich Ihnen in diesen Räumen aufgethan, wie Sie solche in unserer planetarischen Heimat nicht kannten. Gleichwol habe ich nur die äußere Schale des Himmels zertrümmert. Nur den Schein des Ewigen und Unveränderlichen habe ich vernichtet; das innerlich und wahrhaft Ewige wird um so klarer hervortreten. Der Himmel ist vor Ihnen geöffnet; lassen Sie uns eintreten und mit dem festen, ruhigen Schritte der Wissenschaft seine Räume durchwandeln. Lassen Sie uns mit der Meßkette in der Hand diese gewaltigen Räume durchmessen und den Beruf und das Leben der Welten erforschen, in denen Sie so lange nur leuchtende Punkte sahen. Der Gedanke des Ewigen, das Gesetz, wird uns auch in jenen Fernen nicht fehlen.

Johann Kepler's Denkmal in Regensburg.

Viertes Kapitel.

Die Grenzen der Fixsternwelt.

Als wir in jenen Sommertagen zuerst hinaustraten in die schweigende Nacht, um unsere Vorbereitungen für die Reise zu treffen, die wir durch die Tiefen des Himmels unternehmen wollten, da haben wir uns vorzugsweise mit den Mitteln beschäftigt, genaue Ortsbestimmungen am Himmel vorzunehmen und unsere Beobachtung unabhängig zu machen von jedem Schwanken der Erde in ihrem jährlichen Lauf, von jeder Täuschung, welche uns selbst der Lichtstrahl durch Störungen auf seinem Wege oder durch seine natürliche Trägheit bereiten könnte. Jetzt fühlen wir uns im Stande, die Himmelsräume zu durchmessen.

Digitized by Google

Die Eigenbewegung der Sterne hat uns davon überzeugt, daß eine Verschiedenheit unter den Entfernungen der Sterne von uns bestehen muß; es war die erste und wichtigste Thatsache, welche den Krystallhimmel der Alten wahrhaft und für immer zerstörte. Das ist keineswegs so paradox, als es Ihnen vielleicht scheint, wenn Sie an das verhältnißmäßig jugendliche Alter dieser Thatsache denken. Denn in Wahrheit glaubten noch die Astronomen gegen Ende des 16. Jahrhunderts an ineinandergefügte körperliche Bahnen der Sterne und erklärten den plötzlich aufflammenden Glanz neuer Sterne aus einer den Linsen unserer Leuchtthürme ähnlichen Wirkung ihrer ausgebauchten Bahnen.

Da wir unmöglich mit einem Fußstocke oder einer Meßkette den Himmel durchmessen können, so müssen wir uns auf solche Mittel beschränken, mit denen wir irdische Entfernungen abzuschätzen pflegen. Da sind wir denn zunächst auf unsere beiden Augen angewiesen. Ich sage nicht umsonst: beide Augen. Denn eines vermag niemals über Entfernungen zu entscheiden. Alles, was ein Auge uns zu sagen vermag, ist, daß ein Gegenstand sich in einer gewissen Richtung befinde. Wenn wir aber mit beiden Augen sehen, so tritt ein bestimmter Unterschied in der Richtung der beiden Augen ein. Je näher der Gegenstand ist, desto mehr müssen wir die Augen einwärts kehren, und die Empfindung dieser Augenbewegung ist es, welche in uns eine Vorstellung von der Entfernung des Gegenstandes erweckt. Wenn Sie daran zweifeln, so können Sie sich durch einen einfachen Versuch überzeugen, der vielleicht manchmal bereits zu Scherz und Kurzweil im heitern Gesellschaftskreise von Ihnen angestellt wurde. Lassen Sie sich ein Auge verbinden und versuchen Sie es dann, ohne freilich den Kopf im Geringsten zu bewegen, ein vor Ihnen auf dem Tische stehendes Licht zu putzen. Es wird Ihnen nicht leicht gelingen; Sie werden mit der Lichtscheere bald weit von dem Lichte entfernt bleiben, bald darüber hinausfahren, weil Sie mit dem einen Auge eben die Entfernung nicht abschätzen können.

Dieser Unterschied in der Richtung zweier Augen ist es nun in der That, der auch allen Messungen am Himmel zu Grunde liegt; es ist im Wesentlichen die Parallaxe der Astronomen. Nur ist für den Astronomen die Erde selbst zum Kopf geworden, und seine beiden Augen sind Sternwarten. Vermag also eine gleichzeitige Beobachtung von zwei Sternwarten auf der Erde irgend einen merklichen Unterschied in der Richtung eines Sterns nachzuweisen, so ist die Parallaxe gefunden, und die Entfernung des Sterns läßt sich nun nach dem Abstande dieser beiden Sternwarten von einander gerade so berechnen, wie wir mit unsern Augen die Abstände naher Gegenstände auf der Erde abschätzen.

Freilich kommt jetzt Alles darauf an, wie weit wir überhaupt im Stande sind, solche Richtungsunterschiede zu beurtheilen. Bei unsern Augen ist es die Muskelbewegung selbst, die sich mißt. Der Astronom hat dafür seine Winkelinstrumente und Mikrometer, wie Sie sie kennen gelernt haben, und in deren Vervollkommnung die mechanische Kunst Wunderbares geleistet hat. Aber, fragen Sie, werden ihn nicht diese Instrumente am Ende ebenso verlassen, wie uns unsere Augen bei Entfernungen, die über einige Tausend Fuß hinausgehen?

Digitized by Google

Sie müssen, um sich eine Vorstellung von der Größe der hier in Betracht kommenden Winkel zu verschaffen, bedenken, daß eine Kugel von etwa 1 Zoll Durchmesser uns in einer Entfernung von 3438 Zoll oder 285 Fuß unter einem Gesichtswinkel von 1 Minute, aber erst in einer Entfernung von 206,205 Zollen, also von mehr als 17,000 Fuß unter dem Gesichtswinkel von 1 Secunde erscheinen wird. Dasselbe Verhältniß gilt nun auch für den Himmel. Eine Parallaxe von 1 Secunde wird auch hier einem Abstande entsprechen, welcher 206205 mal das Grundmaß, d. h. den gegenseitigen Abstand der Beobachtungsorte übertrifft. Sie können es sich also geradezu so vorstellen, als ob sich Ihr Auge an dem Himmelspunkte, dessen Entfernung Sie messen wollen, befände und von dort aus die Linie zwischen den irdischen Beobachtungsörtern betrachtete. Es läßt sich nun sehr leicht berechnen, daß nur eine Entfernung von etwa 350 Millionen Meilen dazu gehörte, damit unsere Erde selbst Ihnen unter dem Gesichtswinkel von 1 Secunde erschiene. Sie sehen also, wie weit auch jene beiden Sternwarten auf der Erde auseinander liegen möchten, und wäre es um den ganzen Durchmesser der Erde, um 1718 Meilen, so würde selbst eine Parallaxe von einer Secunde, die wir zu beobachten im Stande wären, doch nur einer Entfernung von 350 Millionen Meilen entsprechen, und wir würden damit noch nicht einmal über unser Planetensystem, kaum über den Neptun hinaus gelangt sein. In solcher Nähe aber Fixsterne suchen zu wollen, wäre Thorheit. Damit ist uns von vornherein jede Aussicht abgeschnitten, von der Erde aus, wie weit wir auch unsere beiden Augen auseinander zerren möchten, eine Fixsternparallaxe zu beobachten. Für die ruhende Erde sind die Sterne eben unerreichbare, festgeheftete Sterne.

Weite Entfernungen können wir indeß auch auf der Erde nicht mit unsern beiden Augen abschätzen, weil unsere Empfindung zuletzt schweigt, unser Gehirn nichts mehr bemerkt von den unendlich kleinen Drehungen der beiden Augenaxen. Wir machen es dann wie der Einäugige, der, um selbst kleine Entfernungen abschätzen zu können, den Kopf ein wenig zur Seite bewegen muß. Wir sind ja in der That in Bezug auf den entfernten Gegenstand einäugig geworden. Wir bewegen uns daher eine Strecke fort und vergleichen den neuen scheinbaren Ort des fernen Gegenstandes mit dem alten, dessen wir uns vorher auf das genaueste versichert haben. Wir gewinnen so wieder einen Winkelunterschied, eine Parallaxe, die uns auf die Entfernung des Gegenstandes im Verhältniß zur neuen Grundlinie, d. h. zum Abstande der beiden Beobachtungsörter, schließen läßt.

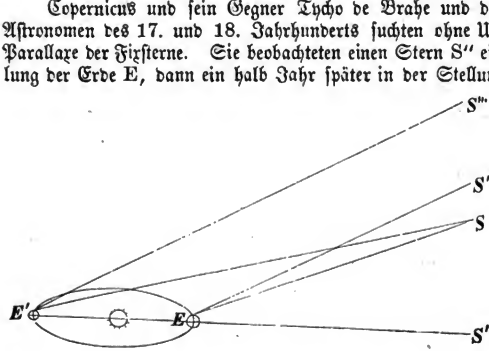
Auch dem Astronomen ist, wie Sie gesehen haben, die Erde einäugig geworden, und da er sie nicht verlassen und etwa auf einem fernen Himmelskörper sich eine zweite Sternwarte errichten kann, so läßt er sich sammt seiner Sternwarte, seinem großen Weltauge, von der Erde selbst mehr als 40 Millionen Meilen weit durch den Weltraum tragen. So hat er eine gewaltige Grundlinie gewonnen, und es läßt sich kaum denken, daß diese ebenso in der Unermeßlichkeit des Weltraumes verschwinden sollte, wie es uns mit der Erde selbst geschah.

So lange unsere Erde für stillstehend galt, lag in einer Unverrückbarkeit der

Digitized by Google

Fixsterne nichts Befremdendes. Als Copernicus seinen bedeutungsvollen Satz von der Bewegung der Erde um die Sonne aufstellte, war dieser zunächst noch nichts, als was die Theologen ein Dogma nennen möchten, ein Glaubenssatz, der sich auf eine Menge von Vernunftgründen stützte, für den aber noch kein thatsächlicher Beweis in der Natur gefunden war. Aber die naturwissenschaftlichen Dogmen sind nicht beschränkende, der Forschung und dem Denken Stillstand gebietende Normen, wie die kirchlichen, sondern gleichsam Aufrufe an die gesammte Forscherwelt, Ausgänge unendlich segensreichen Schaffens. Das Copernikanische Dogma verlangte einen Beweis, und kein besserer konnte gefunden werden, als die Parallaxe der Fixsterne, da sie mit Nothwendigkeit aus einer fortschreitenden Bewegung der Erde folgen mußte.

Copernicus und sein Gegner Tycho de Brahe und die ganze Reihe der Astronomen des 17. und 18. Jahrhunderts suchten ohne Unterlaß nach einer Parallaxe der Fixsterne. Sie beobachteten einen Stern S'' einmal in der Stellung der Erde E, dann ein halb Jahr später in der Stellung E'. Aber vergebens, die beiden Richtungen ES'' und E'S''' blieben parallel, als ob der Stern in unendlicher Ferne stände. Es fand sich nicht ein einziger Stern, der für zwei solche Beobachtungen einen meßbaren Winkelunterschied ESE' ergeben hätte. Glaubte man einmal einen solchen Unterschied ermittelt zu haben, so lag er so weit außer aller Wahrscheinlichkeit, daß man ihn nur aus Irrthümern der Beobachtung ableiten konnte. Dessenungeachtet ermüdete man nicht. Man suchte vor Allem die Grenzen der Beobachtung weiter hinauszuschieben, und damit rückten freilich auch die Sterne tiefer in die Himmelsnacht hinaus. Bis zur Mitte des 16. Jahrhunderts war die Genauigkeit der astronomischen Messung nicht über halbe Grade hinausgegangen, und da eine Parallaxe nicht innerhalb dieser Grenzen gefunden ward, mußte man schließen, daß die Fixsterne mehr als 115 Halbmesser der Erdbahn von uns entfernt seien. Tycho de Brahe brachte die Sicherheit seiner Beobachtung schon auf 5 Minuten und damit die Grenze des Fixsternhimmels auf 700 Sonnenweiten. Zu Anfang des 18. Jahrhunderts konnte man sich selbst auf einzelne Minuten verlassen, und Bradley's sinnreiche Verbesserungen gaben endlich eine Gewähr selbst für Secunden. Jetzt war eine Grenze erreicht, innerhalb deren sich eine Parallaxe zeigen mußte, wenn nicht die



Die jährliche Parallaxe der Fixsterne.

Digitized by Google

Fixsterne auf mehr als 200,000 Sonnenweiten in den fernen Raum hinausgestoßen werden sollten.

Freilich kam hier noch eine andere Frage ins Spiel, ob man nämlich bisher auch im Stande gewesen war, die Ortsbestimmung der Sterne sorgfältig von jeder fremden störenden Einwirkung frei zu erhalten. Jetzt kam Bradley und entdeckte die Lichtabirrung der Sterne als eine unmittelbare Folge der Bahnbewegung der Erde und damit als ihren ersten direkten Beweis. . Es war eine scheinbare Ortsveränderung von etwa 20 Secunden, welche diese Lichtabirrung für die Sterne bewirkte. Dazu kam nun noch das Vorrücken der Nachtgleichen, welches jährlich 50, und das Wanken der Erdaxe, welches bis 9 Secunden im Jahre betragen kann. Bei solchen Störungen war das bisherige Mißlingen alles Suchens nach einer Parallaxe nicht mehr befremdend. Jetzt aber, wo man seine Beobachtungen in so sicherer Weise berichtigen konnte, ging man mit frischem Muthe an die nie verlassene Arbeit, und nachdem man auch die Schärfe der Beobachtungsmittel auf Zehntelsecunden gesteigert, also die Grenzen des erreichbaren Himmelsraums auf 2,062,648 Sonnenweiten erweitert hatte, durfte man hoffen, daß es gelingen müsse, nicht mehr in Zweifel zu ziehende Parallaxen der Fixsterne aufzufinden. Gleichwol sollte noch manches Jahrzehnt vergehen, ehe die langjährige Mühe der Astronomen durch den Erfolg gekrönt ward.

Die Schwierigkeiten waren noch immer nicht ganz beseitigt. Die beiden Beobachtungen eines Sterns, durch welche man seine Entfernung messen wollte, mußten zu zwei entgegengesetzten Zeiten des Jahres ausgeführt werden, und derselbe Stern, den man das eine Mal im Meridian bei Nacht und zur Winterszeit beobachtete, erschien das andere Mal im Meridian bei Tage und zur Sommerszeit. Die Beschaffenheit der Luft ist aber in beiden Zeiten sehr verschieden, und damit auch ihr Einfluß auf das Instrument, auf die kleinen Theilungsfehler, vor Allem auf die Brechung des Lichts verschieden. Auch die abweichenden Werthe der Nutation und Lichtabirrung können leicht eine kleine Unsicherheit in der beobachteten Parallaxe bewirken. Auch die gewissenhafteste Erwägung aller Nebenumstände konnte also nicht vor Fehlern schützen, die, wenn sie sich auch nur in Grenzen von Zehntelsecunden bewegten, schon die ganze beobachtete Parallaxe vernichten mußten.

Endlich fragte es sich auch — und diese Frage war gewiß nicht gleichgültig — welcher unter den vielen Tausend Sternen wol am geeignetsten für eine solche Beobachtung sei, welcher wol die größte Wahrscheinlichkeit einer meßbaren Entfernung biete. Daß die hellsten Sterne nicht auch immer die nächsten sind, das hatten die vielfachen verunglückten Versuche, ihre Parallaxe zu finden, hinlänglich bewiesen. Aber wenn man sich nun zu den schwächeren Sternen wandte, welchen sollte man aus diesen Hunderttausenden herausgreifen, ohne die Gefahr jahrelanger, fruchtloser Mühen zu laufen? Da war es der Scharfsinn Bessel's, des Königsberger Astronomen, der einen Ausweg aus allen diesen Schwierigkeiten fand und ein neues Mittel ersann, den Himmel zu erobern. Er bot auf der einen Seite eine gewisse Anleitung zur Wahl derjenigen Gestirne, welche die

Digitized by Google

meiste Aussicht auf Erfolg versprachen, und gewährte auf der andern Seite gleichzeitig ein Mittel, um unter den gleichen Bedingungen der Jahreszeiten messen zu können, unabhängig von allen Störungen der Luft oder der Erdbewegung, ja sogar unabhängig von dem Winkelinstrument, in ähnlicher Weise etwa, wie man unter dem Mikroskope zu messen pflegt, mit Hülfe eines gewöhnlichen Mikrometers. Mit Einführung dieser sinnreichen Methode beginnt in den Jahren 1832—1838 die glückliche Epoche einer zuverlässigen Bestimmung von Fixsternparallaxen.

Ich muß Sie hier auf eine nicht genug beachtete Erfahrung in der Geschichte der Wissenschaften aufmerksam machen. Ihre glücklichsten Entdeckungen verdankt die Wissenschaft der Uebertragung bekannter Verhältnisse auf unbekannte Gebiete. Es ist aber keineswegs blos ein glücklicher Einfall, der dazu anleitet, sondern vielmehr die unantastbare und ewige Grundwahrheit, daß ein gleiches Gesetz sich durch alle Räume und Erscheinungsformen der Natur zieht.

Der Wanderer im Walde sieht rechts und links die Bäume an sich vorüberziehen, und je schneller sie ziehen, desto näher weiß er sie. Diese Erfahrung war es, welche Bessel auf den Himmel übertrug. Die Eigenbewegung der Sterne hatte ihn gelehrt, daß auch wir mit unserer Erde und unserem Sonnensysteme durch den Sternwald des Himmels dahineilen und daß die Sterne rechts und links an der wandernden Sonne vorüberfliegen, gleich jenen Bäumen. Welcher Schluß lag näher, als daß auch hier der größern Geschwindigkeit die größere Nähe entspreche, ausgenommen etwa jene Gegend des Himmels, nach welcher unsere Wanderung hingerichtet ist? Bessel zog diesen Schluß. Er nahm die Eigenbewegung der Sterne als ein Anzeichen ihrer Nähe.

Die Erfahrung bestätigte bald die Muthmaßung Bessel's. Unter den hellen Sternen des Himmels waren es besonders Sirius und Arktur, welche eine starke Eigenbewegung zeigten, und gerade sie waren es gewesen, die noch am meisten die Hoffnung der Astronomen auf das Auffinden einer Parallaxe aufrecht erhalten hatten. Aber die größte Aufmerksamkeit Bessel's erregte ein kleiner Stern im Schwan, der in so vielfacher Beziehung berühmt gewordene 61ste dieses Sternbildes, der sich durch eine so bedeutende Eigenbewegung hervorthat, daß seine Ortsveränderung am Himmel seit dem Anfange unserer Zeitrechnung, wie Sie bereits wissen, über sechs Vollmondbreiten erreicht hat. An ihm hoffte Bessel mit Zuversicht eine Parallaxe zu finden, und er täuschte sich nicht.

Bei der zu erwartenden Kleinheit dieser Parallaxe kam es aber, wie ich vorhin andeutete, darauf an, die störenden Einflüsse der Erdbewegung und der Atmosphäre aus der Beobachtung zu entfernen. Es ist die zweite wichtige Seite der Bessel'schen Methode, die ich hier berühre. Wieder half hier eine alltägliche Erfahrung. Im Walde vermag ein Wanderer die scheinbare Ortsveränderung eines Baumes am besten an einem andern dicht daneben, aber in möglichster Ferne dahinter stehenden Baume zu beobachten. Warum sollte das nicht auch auf den Himmel eine Anwendung finden? Man darf ja nur zwei nahe neben einander stehende Sterne S'' und S''' aufsuchen, so nahe, daß vielleicht nur das

Digitized by Google

Fernrohr sie scheidet, von denen aber der eine S''' unermeßlich weit entfernt ist, so daß keine Veränderung seiner Stellung an ihm wahrgenommen werden kann. Gestattet der andere Stern dann überhaupt die Beobachtung einer Parallaxe, so hat man nur zu zwei um ein Halbjahr verschiedenen Zeiten des Jahres bei den Stellungen der Erde in E und E' die von den Sternen gebildeten Winkel S E S'' und S E' S''' zu beobachten, deren Unterschied die Parallaxe angiebt. Diese Beobachtungen sind völlig unabhängig von den Störungen der Lichtbrechung, da beide so nahe Sterne jedenfalls gleiche Lichtbrechung erleiden, aber auch unabhängig von dem Verrücken der Nachtgleichen, dem Wanken der Erdaxe und der Lichtabirrung, da auch diese Einflüsse bei jeder Beobachtung für beide Sterne die gleichen sind, also den gemessenen Winkel ungestört lassen. Ueberdies sind beide Sterne gleichzeitig im Felde des Fernrohrs sichtbar und gestatten daher die Messung ihres Abstandes mit einem gewöhnlichen Mikrometer vorzunehmen, dessen Feinheit eine außerordentliche ist. Die ganze Unsicherheit beschränkt sich einzig auf die vielleicht bisweilen irrige Voraussetzung des völligen Mangels einer Parallaxe bei dem fernen Vergleichsterne.

Das Sternbild der Zwillinge.

Auf diese Weise hat Bessel in den Jahren 1837—1838 die Parallaxe des 61sten Sternes im Schwan bestimmt. Diese Parallaxe, die zu 0,348 Secunden gefunden wurde, gab diesem kleinen Sterne einen Abstand von 598,540 Sonnenweiten oder $12^3/_8$ Billionen Meilen und erhob ihn zum nächsten bisher bekannten Nachbarn unserer Erde am nördlichen Fixsternhimmel. Andere Astronomen, namentlich die beiden Struve und Peters im Norden, Maclear und Henderson im Süden, folgten ihm auf diesem Wege, und ihren vereinten Bemühungen ist es gelungen, für eine freilich noch kleine Zahl von Sternen Parallaxen zu finden,

Digitized by Google

deren einige eine solche Genauigkeit besitzen, daß ihre Unsicherheit kaum noch den zwanzigsten Theil ihres wahren Werthes erreichen dürfte.

Unter allen diesen bisher bestimmten Parallaxen ist eine der sichersten und zugleich bedeutungsvollsten die eines schönen Sterns des südlichen Himmels, des Hauptsterns des Centauren. Es ist die größte bisher gefundene Parallaxe, die darum diesen Stern als den nächsten aller bisher bekannten bezeichnet. Die neuesten Beobachtungen haben diese Parallaxe zu 0,919 Secunden festgestellt, und das entspricht einem Abstande von 224,520 Sonnenweiten oder $4^2/_3$ Billionen Meilen. Minder zuverlässig ist die Parallaxe der Wega, die von O. Struve zu 0,156 Secunden angegeben wird und also 1,322,210 Sonnenweiten oder $27^1/_3$ Billionen Meilen entspricht. Sicherer dagegen ist die von Peters bestimmte Parallaxe des Polarsterns, die 0,076 Secunden beträgt, also auf einen Abstand von 2,670,000 Sonnenweiten oder 55 Billionen Meilen hindeutet. Geringe Zuverlässigkeit verdient dagegen die Parallaxe des Sirius von 0,230 Secunden, einem Abstande von 896,800 Sonnenweiten oder $18^1/_2$ Billionen Meilen entsprechend. Ebenso unsicher sind die Parallaxen des Arktur und der Capella, erstere im Betrage von 0,127 Secunden und einer Entfernung von 1,624,000 Sonnenweiten oder 34 Billionen Meilen entsprechend, letztere im Betrage von 0,046 Secunden und die Entfernung auf 4,481,000 Sonnenweiten oder 94 Billionen Meilen festsetzend. Andere Angaben für Caster, einen kleinen Stern des großen Bären, einen andern der Kassiopeja, den zweiten Hauptstern des Centauren ꝛc. befriedigen noch zu wenig in Betreff ihrer Sicherheit, um für jetzt Beachtung zu verdienen.

Zu fassen werden Sie in Ihrer Vorstellung diese ungeheuren Räume, diese Billionen von Meilen nicht vermögen. Dazu ist jedes irdische Maß zu klein. Gleichwol will ich versuchen, sie Ihrer Anschauung näher zu bringen, indem ich einem bekannten irdischen Gebrauche mich anbequeme, Märsche nach Stunden zu messen. Ich wähle aber den schnellsten Läufer zwischen Himmel und Erde, den Lichtstrahl, um jene Räume zu durchmessen. Der Raum nun, welchen dieser Lichtstrahl, der bekanntlich in 8 Min. 18 Sec. den Weg von der Sonne zu uns zurücklegt, in einem Jahre durchläuft, sei unsere himmlische Wegstunde, ein Raum, welcher 63,000 Sonnenweiten, jede zu 20,668,000 Meilen gerechnet, umfaßt. 3 Jahre und 199 Tage würde also das Licht gebrauchen, um den Raum zu durchmessen, der jenen bis jetzt für den nächsten aller Fixsterne gehaltenen Stern im Centauren von uns trennt. $9^1/_2$ Lichtjahre würden die Entfernung jenes kleinen Sternes im Schwan, 14 Lichtjahre die Entfernung des Sirius, 21 Lichtjahre die Entfernung der Wega, 26 die des Arktur, 43 die des Polarsterns und $71^3/_4$ Lichtjahre den Abstand der Capella messen.

Aller alle diese Messungen, mit welcher Genauigkeit sie auch angestellt sind, welche Zuverlässigkeit auch einzelne unter ihnen verdienen, setzen doch fast nichts weiter fest, als die Grenze der Entfernung, innerhalb welcher die beobachteten Sterne sich nicht befinden. Wenn Sie den Abstand des 61sten Sternes im Schwan um das Zehnfache vergrößert wissen wollten, so würde Ihnen kaum ein

Digitized by Google

Astronom widersprechen können. Jede fernere Beobachtung kann also auch diese Grenze weiter hinausrücken. Endlich freilich wird es der Wissenschaft gelingen, auch eine jenseitige Grenze festzustellen, über welche hinaus der beobachtete Stern nicht gerückt werden darf. Dann wird die Wahrheit nur noch zwischen zwei Grenzen schwanken, und es wird nur noch einer Annäherung dieser Grenzen bedürfen, um uns eine Kenntniß von den Raumverhältnissen der Fixsternwelt zu gewähren, die keineswegs zurückstehen wird hinter der Kenntniß, die wir von unsern planetarischen Räumen erlangten. Das Mittel zur Feststellung einer solchen obern Grenze der Fixsternwelt ist in der That bereits gefunden. Um es Ihnen aber verständlich und zugleich die seiner praktischen Anwendung für jetzt noch entgegenstehenden Schwierigkeiten begreiflich zu machen, müssen Sie mit mir erst jene fernen Räume durchschweifen, um von einer Erscheinung Kunde zu erlangen, die Ihnen zuerst einen Blick in das innere Getriebe jener fernen Welten, in die Gesetze des Jenseits erschließen wird. Denn auf diesen Gesetzen beruht der Grundgedanke jenes sinnreichen Verfahrens, das berufen ist, unsern Zweifeln in Betreff der Fixsternentfernungen nicht blos diesseits, sondern auch jenseits eine Grenze zu setzen.

In unermeßliche Fernen habe ich Sie geleitet. Lichtstrahlen sind Ihnen begegnet, die lange vor Ihrer Geburt von den Welten des Himmels ausgingen. Wenn heute dort in den Tiefen eine solche Welt zertrümmert würde, eine Sonne verlöschte, nach Jahrhunderten noch würde die Menschheit von den Lichtstrahlen der verschwundenen Welt getroffen werden und erst staunen über ihren Untergang, wenn sie längst nicht mehr da ist. Denn was hindert Sie, auf den Schwingen des Gedankens in Tiefen zu dringen, aus denen der Lichtstrahl Jahrhunderte und Jahrtausende braucht, um zur Erde zu gelangen? Was hindert Sie, von Welten zu Welten zu eilen, zu denen jetzt erst Lichtstrahlen gelangen, die aus den dunklen Anfängen der Menschengeschichte aufstiegen? Was hindert Sie? — sage ich noch! — Die Wissenschaft wird Sie zwingen zu solchem Fluge, und der Gedanke selbst wird Ihnen schwindeln vor den Zahlen des Jenseits, die Lichtjahre umfassen! Und doch sollen Sie Ruhe finden, Ruhe selbst in jener Unermeßlichkeit, die Ruhe gesetzlicher Ordnung und Einheit!

Digitized by Google

Das Sternbild des großen Löwen.

Fünftes Kapitel.

Die Doppelsterne und die mehrfachen Sterne.

Viele Billionen Meilen weit hatten wir uns über unsere Erde, über unser Sonnensystem erhoben. Erde und irdisches Maß waren vergessen; denn das Sonnensystem selbst war längst zu einem Punkte geschwunden. Hier gebrauchte ja selbst der schnelle Flug des Lichts Jahre, um die Räume von einer Welt zur andern zu durchmessen. Der Himmel hat jetzt eine andere Bedeutung für uns gewonnen. In solchen Entfernungen erweitern sich die kleinsten Räume zu gewaltigen Weiten. Ein Pünktchen von der Größe der Bennsscheibe dehnt sich in den Fernen der Wega zu einer Größe von 8400 Millionen Meilen aus, zu einer Größe, die weit den Umfang unseres gesammten Sonnensystems übertrifft. Sollte die Hoffnung nicht berechtigt sein, daß in solchen Räumen auch neue Wunder sich aufthun werden? Sollte nicht, wie das Mikroskop den Wassertropfen in eine Lebenswelt verwandelt, so das Teleskop auch den Lichttropfen am Himmel — denn das ist für unsere Augen ein Kreis vom Durchmesser einer Secunde, gleichviel ob er in den Fernen der Wega 140 Millionen oder in den

Digitized by Google

Fernen der Capella 460 Millionen Meilen umspannt — zu einer wunderreichen Welt erweitern! Es ist Zeit, daß wir uns nach diesen Wundern umschauen, daß wir auch dem Auge nahe rücken, was dem messenden Verstande durch die Zahl schon genähert ist.

In den Sitten und Gebräuchen des Volks erblicken wir bisweilen auch noch vereinzelte Lichtstrahlen früherer Jahrhunderte. Aber der Geist ist aus diesen Formen entschwunden. Die Einflüsse der Kultur oder die Gebote der Mächtigen haben die Gedanken daraus vertrieben. Anders ist es in den Himmelsräumen als in der Geschichte. Die Gedanken schwinden hier nicht, sie wachsen. Der kleinste Gedanke breitet hier allmächtig seine Schwingen über die ganze Welt des Himmels aus, um zuletzt uns selbst und unsern Wohnsitz aufzunehmen unter den Schutz ewiger Gesetze. Nicht ferner rückt uns das Leben des Himmels, sondern immer näher und näher, zu einem Vorbilde unseres eignen sich gestaltend. Es ist Zeit, daß wir diese Gedanken, dieses Leben am Himmel aufsuchen.

Glänzende, mächtige Welten umschweben uns, lichtvolle Riesensonnen. Wir haben die öderen Regionen verlassen; nicht mehr vereinzelt, zerstreut erscheinen die Welten; immer dichter schaaren sie sich, selbst zu Gruppen scheinbar vereinigt. Unser Auge ist reich beschäftigt, und doch überfällt uns in diesem Weltengewühle ein Heimweh, ähnlich jenem im Menschengewühl fremder, volkreicher Städte. Es dünkt uns hier Alles einander so gleichgültig, so kalt; Keines kümmert sich um das Andere, kein gemeinsames Interesse, kein Band der Freundschaft, kein Gesetz verknüpft sie. Wie ganz anders war es doch in unserer Heimatwelt! Wie innig verschlungen umtanzten die geschwisterlichen Welten den gemeinsamen Schwerpunkt! Wie suchte da jede die andere zu leiten und zu locken, jede der andern zu leuchten und zu wärmen! Hier ist Alles kalte Selbstsucht!

Der Doppelstern Mizar im großen Bären.

Ein schöner heller Stern unweit des Himmelspols zieht unsern Blick auf sich. Es ist ein alter Bekannter, der uns mit blitzendem Lichtstrahl grüßt, der Mizar im großen Bären! Täglich seht Ihr ihn an der Deichsel des Himmelswagens, und Ihr waret stolz auf die Schärfe Eurer Augen, wenn es

Digitized by Google

Euch einmal glückte, über ihm noch ein kleines Sternchen, den Alkor, das Reiterlein, wie Ihr es nanntet, zu entdecken. Den seht Ihr hier freilich nicht mehr; denn selbst der Lichtstrahl müßte ja viele, viele Jahre reisen, ehe er zu ihm gelangte. Ihr täuschtet Euch, weil Ihr die hintereinander stehenden Sterne für nebeneinander stehend hieltet. Aber täuschen wir uns nicht jetzt auch? Sehen wir doch noch immer einen neben ihm stehenden Stern, der kaum viel weiter als der Neptun von unserer Sonne von ihm entfernt sein kann! Nein, Ihr täuscht Euch nicht. Der Mizar ist einer jener Doppelsterne, wie sie die Astronomen nennen, und deren Entdeckung unsers Herschel unsterblichen Ruhm begründete. Seht nur, wie sie um einander ihre Kreise schlingen, wie lustig sie, ein trautes Geschwisterpaar, ihren gemeinsamen Schwerpunkt umtanzen! Schaut nur mehr um Euch! Da ist ein anderer heller Stern — er steht an der rechten Seite der Jungfrau; — nähert Euch ihm oder richtet eines Eurer raumdurchdringenden Fernröhre auf ihn, und auch dieser Euch bisher einfach erschienene Stern wird sich in zwei gleich helle, gelbliche Sterne auflösen! Auch der Castor dort, auch der schöne Hauptstern des Centauren, dem Ihr begegnetet, werden sich für scharfe Blicke verdoppeln. Seht vollends dort jenen Stern an der linken Schulter des Schwans oder jenen prachtvollen in der Mähne des Löwen, und Ihr werdet nicht blos zwei Sterne statt eines, sondern sogar zwei von verschiedener Größe und verschiedenem Lichte, hier den einen gelb, den andern röthlich, dort den einen in grünem, den andern in goldfarbenem Lichte funkelnd erblicken!

Unser erster Ueberblick schon hat uns höchst interressante Verhältnisse enthüllt und Sie dürfen dabei nicht glauben, daß Sie etwa zufällig auf einige Seltenheiten des Himmels aufmerksam geworden sind. Nur die Blödigkeit Ihres Auges war daran schuld, wenn Ihnen diese Doppelsterne, deren der Astronom jetzt bereits gegen 6000 am Himmel zählt, bisher entgingen. Denn freilich gehören sehr scharfe Teleskope dazu, um die meisten von ihnen sichtlich zu trennen. Bald zu zwei, bald zu drei und mehreren verbunden, bald durch größere, bald durch kleinere Abstände von einander geschieden, bald von gleicher, bald von verschiedener Größe, bald von gleicher, bald von verschiedener Farbe, sind sie über das ganze Himmelsgewölbe verbreitet.

Sie fragen, was denn übrigens Wunderbares an diesen Doppelsternen sei, außer etwa der überraschenden Schärfe astronomischer Beobachtungsmittel, die sie entdeckte? Folgt denn daraus, daß der Astronom diese Sterne so nahe neben einander sieht, auch schon, daß sie in Wirklichkeit Nachbarn sind? Können sie nicht vielleicht nur in gleicher Richtung hinter einander gestellt sein und uns darum so nahe erscheinen, in Wirklichkeit aber sogar weiter von einander entfernt sein, als zwei von uns an den entgegengesetzten Punkten des Himmels erblickte Sterne? Manchen dieser Sternpaare gegenüber sind diese Zweifel allerdings gerechtfertigt. Das Wunderbare aber liegt eben in der innigen Beziehung, die unzweifelhaft mehrere dieser gepaarten Sterne zu einander zeigen. Es sind in der That, wie jener Lichtstrahl Ihnen andeutete, und wie Sie sich noch genauer überzeugen sollen, Systeme einander umkreisender Sterne, engverbundene Welten-

paare, die Hand in Hand ihren großen stillen Gang von Weltraum zu Weltraum wandeln. Das ist das neue Wunder, der neue Gedanke, der sich Ihnen hier aufthut; das war es aber auch, was zur Zeit ihrer Entdeckung die gelehrte Zweifelsucht so lange beschäftigte.

Copernicus hatte die Erde entthront, aber die Herrschaft der Sonne schien nur um so fester gegründet. Sie, die an Masse 720 mal die gesammten planetarischen Körper übertrifft, schien ein unbestreitbares Recht zu haben, in majestätischer Ruhe die Mitte ihres Reiches einzunehmen. Sie allein sendet ja Wärme und Licht den dunklen und kalten Welten zu, die demuthsvoll sie umschwärmen, um ihre Gnadenstrahlen aufzusaugen. Wie konnte man es also wagen, von Fixsterntrabanten, von selbständigen, leuchtenden und doch einander umkreisenden Sonnen zu sprechen?

Schon vor Jahrhunderten hatte man Doppelsterne beobachtet, und zwei denkende Astronomen, Lambert und John Michell, hatten schon vor 90—100 Jahren die Ansicht ausgesprochen, daß es Fixsterne geben möge, die nicht blos scheinbar, sondern in Wirklichkeit einander nahe seien und unter der Einwirkung eines allgemeinen Gesetzes sich um den Mittelpunkt ihrer Schwere bewegen. Man hatte dieser Ansicht kaum eine Beachtung geschenkt. Als aber der Astronom Christian Mayer zu Mannheim in den Jahren 1778 und 1779 seine Beobachtungen von 100 Doppelsternen geradezu unter dem Namen entdeckter Fixsterntrabanten veröffentlichte — beiläufig Beobachtungen, die zum Theil noch heute von Wichtigkeit sind — da erging sich die gelehrte, aber systemgläubige Welt in maßlosem Hohn und Spott über den unglücklichen Entdecker. Damals war, was man heute so gern in die Wissenschaft wieder einführen möchte, die Zweckmäßigkeit ein erster Gesichtspunkt. „Wozu nützte diese Bewegung lichter Körper um ihres Gleichen?" fragte einer der gelehrtesten Gegner dieser Entdeckung, der Petersburger Akademiker Nikolaus Fuß. „Bei uns ist die Sonne allein die wirkende Ursache der Bewegung unseres und der übrigen Planeten, und zugleich die Quelle, aus welcher sie sämmtlich Licht und Wärme schöpfen; dort würden es Systeme von lauter Sonnen sein, die von andern an Größe und Glanz vielleicht unterschiedenen Sonnen beherrscht würden. Ihre Nachbarschaft und ihre Bewegung würden ohne Zweck und ihre Strahlen ohne Nutzen sein, weil sie nicht Körper mit Licht zu versorgen brauchen, denen es selbst zu Theil ward. Wenn die Trabanten lichte Körper sind, was ist der Zweck ihrer Bewegung?"

Aber diese Dinge, um mit den Worten Arago's zu reden, die vor 80 Jahren zu nichts dienlich erschienen; diese Dinge ohne Zweck und Nutzen sind wirklich vorhanden und müssen zu den schönsten und sichersten Wahrheiten in der Astronomie gezählt werden. William Herschel stellte nur wenige Jahre später sein Riesenteleskop in dem kleinen englischen Flecken Slough auf und durchleuchtete mit der Fackel seines Geistes die nächtlichen Tiefen des Himmels. Er verwandelte den Gegenstand der Lächerlichkeit in erhabene Wirklichkeit und entzog das Wunder der Doppelsterne allem Zweifel.

Ein besonders beschämender Umstand für den Hochmuth jener Gelehrten-

Digitized by Google

zunft, auf den O. Struve zuerst aufmerksam machte, liegt darin, daß die gegenseitige Abhängigkeit der zu Doppelsternen gepaarten Sterne, die allerdings gegenwärtig die Frucht zahlreicher und schwieriger Untersuchungen ist, für ein scharfes Auge schon aus dem bloßen Anblick eines Verzeichnisses der Doppelsterne hervorgehen müßte. Eine bloße Wahrscheinlichkeitsrechnung also hätte darauf führen können. Wenn Sie nämlich eine Handvoll Getreidekörner über ein Schachbret ausstreuten, so würde die Wahrscheinlichkeit, daß diese Körner paarweise in den Feldern des Brets zu liegen kommen, offenbar gleichzeitig mit der Größe der Felder abnehmen. Lassen Sie nun den Himmel Ihr Schachbret sein, über das Sie den Zufall die Sterne ausschütten lassen. Bei der Annahme völliger Unabhängigkeit zwischen allen über den Himmel zerstreuten Sternen würde natürlich die Zahl der gepaarten Sterne um so geringer ausfallen, je geringer wir ihren Abstand voraussetzen. Es wird aller Wahrscheinlichkeit nach weniger Sterne geben, die um 4 Secunden, als solcher, die zwischen 4 und 8 oder zwischen 8 und 16 oder gar zwischen 16 und 32 Secunden von einander entfernt sind. Nun finden sich aber in dem Verzeichniß von 3057 Doppelsternen, wie es Struve aufgestellt hat, 987 Sternpaare mit einem Abstande von weniger als 4 Secunden, aber nur 675 mit einem Abstande von 4—8 Sec., 659 mit einem Abstande von 8—16 Sec. und 736 mit einem Abstande von 16—32 Sec. Es tritt also gerade das Gegentheil von jener Wahrscheinlichkeit ein, und somit müssen wir die Voraussetzung, für welche sie stattfinden sollte, aufgeben, d. h. annehmen, daß die Doppelsterne nicht nur zufällig und scheinbar einander nahe stehen, sondern in Wirklichkeit mit einander verbundene Systeme bilden.

Solcher Wahrscheinlichkeitsrechnung hat die Wissenschaft nicht einmal bedurft, um durch ihren Machtspruch das Dasein um einander kreisender Sonnen zu verkünden. Mit dem Auge und mit der Rechnung ist sie ihnen gefolgt und hat in den ungemessenen Räumen des Himmels Bewegungen erforscht, die trotz aller philosophischen Einsprüche für die Ewigkeit und Allgemeinheit der Naturgesetze zeugen.

Wie es so häufig in der Welt geschieht, daß man das Eine sucht und das Andere findet, so hatte auch Herschel, unbekümmert um die von aller Welt verlachte Behauptung Christian Mayer's, in den Doppelsternen nur nach Mitteln gesucht, um nach einem von Galilei gemachten, später von Bessel so glänzend bewährten Vorschlage ihre Entfernungen von der Erde, ihre Parallaxen zu messen. Er ging von der Voraussetzung aus, daß die nahe Berührung dieser Sterne nur eine scheinbare sei, daß der oft so auffallende Unterschied ihrer Größen nur die Wirkung ihrer außerordentlich verschiedenen Entfernungen sei, und daß sich daher durch den verschiedenen Einfluß der Bewegung der Erde auf beide die Entfernung des größern und darum nähern werde messen lassen. Seine Voraussetzung täuschte ihn. Er fand dafür eine innige Verbindung zweier Sterne, eine gemeinsame Bewegung, ähnlich der, wie sie in unserm Planetensysteme herrscht.

Nicht ein glücklicher Zufall, sondern wunderbar scharfe Beobachtungen führten zu dieser Entdeckung. Es waren hier Bewegungen zu beobachten, gerade wie

Digitized by Google

sie der Umlauf der Planeten um die Sonne zeigt, und diese Bewegungen konnten sich nur durch kleine Veränderungen in der Stellung der zusammengehörigen Sterne verrathen. Aber es mußte auch wieder über jeden Zweifel an der Beweglichkeit der Doppelsterne erheben, wenn man den einen Stern bald östlich, bald westlich vom andern erblickte. Freilich, welche Schärfe der Beobachtung war erforderlich, um solche Veränderungen zu erkennen und gar sie zu messen! Sie müssen bedenken, daß auch die besten Fernröhre die Fixsterne nicht als scharfe Punkte darstellen, wie sie sich zeigen müßten, wenn die Objektivlinsen genau die richtige Krümmung hätten, und wenn Fehler und Abweichungen in unserem Auge selbst nicht die Grenzen verwischten. Nicht je größer also, sondern je kleiner sie die Fixsterne zeigen, desto besser sind die Fernröhre. Die Unterscheidung gewisser Doppelsterne, deren gegenseitiger Abstand oft nur Zehntelsecunden beträgt, ist somit der sicherste Prüfstein für die Güte der Fernröhre.

Trotz dieser Schwierigkeit hat man doch bereits die Bewegungen zahlreicher Doppelsterne gemessen, einzelne sogar mit einer solchen Genauigkeit, daß man ihre Bahnen berechnen konnte. Zwei zarte Spinnenfäden im Gesichtsfelde des Fernrohrs bilden das einfache Mittel. In ihren Kreuzungspunkt wird der eine Stern gebracht, und indem man dann den einen beweglichen Faden so lange dreht, bis er genau durch den Mittelpunkt des zweiten Sterns hindurchgeht, vermag man die Drehung dieses Fadens und damit den Winkel zu messen, welchen die gerade Linie zwischen beiden Sternen mit dem unbeweglichen Spinnfaden macht. Wiederholte Messungen lassen bald über die Bewegungen der Sterne entscheiden, und vier, im höchsten Falle sechs Beobachtungen genügen, um die Bahn und Umlaufszeit des einen Sterns um den andern berechnen zu lassen. Im Allgemeinen wird die Bahn dieser Sterne am Himmel als eine kleine Ellipse erscheinen, und nur in dem Falle, wenn die Ebene dieser Bahn genau durch die Erde geht, wird sie sich dem Astronomen anscheinend als eine durch den Hauptstern gehende gerade Linie darstellen. Einen solchen Fall scheint ein Doppelstern unter dem Daumen der rechten Hand des Schlangenträgers zu bieten. Zu William Herschel's Zeit waren die beiden getrennten Sterne noch ziemlich weit von einander entfernt. Im Laufe der Jahre haben sie sich immer mehr einander genähert, und gegenwärtig decken sie einander so vollkommen, daß selbst das große Dorpater Fernrohr sie nicht mehr zu trennen vermag. Sich bedeckende Fixsterne am Himmel! Welcher Astronom der Vorzeit hätte daran gedacht!

Unter den 6000 bisher beobachteten Doppelsternen ist bei mehr als 650 die Bewegung bereits unzweifelhaft nachgewiesen. Für 58 sind sogar die Bahnen berechnet, und unter diesen für 10—12 mit großer Sicherheit. Bei den wenigsten Doppelsternen werden diese Bahnen in Zeiträumen von weniger als drei Jahrhunderten durchlaufen, bei den meisten, wie es scheint, erst in Jahrtausenden. Die kürzeste Umlaufszeit hat der Doppelstern ζ im Herkules; sie beträgt hier nur 36 Jahre 130 Tage. Bei ζ im Krebse ist sie auf 58 Jahre 99 Tage, bei ξ des großen Bären auf 61 Jahre 109 Tage, beim Sterne γ in der Krone auf 67 Jahre 113 Tage, beim Hauptstern des Centauren auf 79 Jahre berechnet

Digitized by Google

worden. Bei dem schönen Doppelsterne γ der Jungfrau beträgt die Umlaufszeit schon 169 Jahre 178 Tage, bei dem Sterne δ des Schwans 178 Jahre 256 Tage, beim Doppelsterne σ der Krone 478 Jahre 15 Tage und beim Caster 579 Jahre 281 Tage. Bei manchen Doppelsternen, bei denen überhaupt noch eine Bewegung wahrgenommen werden konnte, erreichte diese im Laufe eines Jahres kaum den 15000—20000sten Theil des ganzen Umkreises. Wenn nun vollends fast neun Zehntheile aller Doppelsterne überhaupt noch keine Stellungsveränderung gezeigt haben, obgleich sie bereits seit fast 80 Jahren beobachtet wurden, so bleibt uns nur übrig, für sie noch weit größere Perioden, Hunderte von Jahrtausenden umfassend, anzunehmen und damit freilich auch die Entscheidung über ihre Bewegung einer fernen Zukunft zu überlassen.

Die Entdeckung der Doppelsterne bezeichnet, wie A. v. Humboldt sagt, eine der großen Epochen in der Entwickelungsgeschichte des höheren kosmischen Naturwissens. Der Glaube an die Festigkeit des Himmels ist erschüttert; die Fixsterne sind weder an den Himmel angeheftet, noch unbeweglich. Aber eine neue, tiefere Ueberzeugung ist dafür eingetauscht, die von der Ewigkeit und Allgemeinheit des Naturgesetzes. Sie sehen Sonnen um Sonnen kreisen, beide selbständig leuchtend, keine dunkel und kalt, beide um den gemeinsamen Schwerpunkt schwebend. Dieselbe Kraft, dasselbe Gesetz, welches den Lauf der Planeten um die Sonne regelt, waltet auch in diesen Bewegungen. Das berühmte Newton'sche Gravitationsgesetz, wonach die Anziehungen im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Abstände stehen, ist die Voraussetzung, auf welche sich die Berechnungen der Bahnen der Doppelsterne gründeten. Diese Voraussetzung war an sich unberechtigt; denn das Newton'sche Gesetz war nur abgeleitet und nur bewiesen auf dem Gebiete unseres Planetensystems. Durch die Beobachtung ward dies Gesetz auch hier in sein unbeschränktes Recht eingesetzt. Die späteren Beobachtungen gewährten die feinste Prüfung für die Voraussetzung, unter welcher man die ersten Beobachtungen verwendet hatte. Die beobachteten Bahnen stimmten mit den berechneten überein. So steht es denn fest, daß es bis zu den äußersten Grenzen der sichtbaren Welt hin eine anziehende Kraft giebt, die im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Abstände wirkt, eine Weltkraft, die nach gleichem Gesetze den Lauf der Sonne um Sonnen, wie den Lauf der Planeten und Monde oder den Fall des Steins beherrscht!

Wunderbare Welten sind es gewiß, diese Doppelsterne! Gerade in ihnen hat der Himmel, der sonst nur Lichtglanz und Dunkel kennt, den buntesten Schmuck der Farben angethan. Roth und grün, gelb und blau oder weiß schimmern sie oft dicht neben einander, und nur in seltenen Fällen mag die eine Farbe durch eine täuschende Contrastwirkung der andern auf unsere Netzhaut hervorgerufen sein. Haben nun wol gar jene verschiedenfarbigen Sonnen noch ihre uns unsichtbaren dunklen Planeten, welch wunderbares Lichtleben muß auf diesen herrschen, denen bald rothe, bald grüne, bald gelbe, bald blaue Sonnen und Tage aufgehen! Gewiß ist diese Manchfaltigkeit wunderbar, aber wunderbarer ist doch noch die Einheit des Gesetzes, das sie alle umfaßt, und das den Astronomen

Digitized by Google

gestattet, wie Sie sehen werden, nicht blos die Jahre ferner Welten zu zählen, sondern selbst ihre Massen zu wägen.

William Herschel, sagte ich vorhin, hat durch die Entdeckung der Doppelsterne die Sonne entthront. Die Doppelsterne sind Welten gleich unsern planetarischen, bewegen sich in Ellipsen, wenn auch mehr ausgeschweiften, um einander wie sie, von demselben Gesetz, dem Newton'schen Gravitationsgesetz, geleitet. Nur sind es Welten gleicher Art und Ordnung, Sonnen, die einander umkreisen; nur ist es ein leerer Punkt, der den Mittelpunkt ihres Systems einnimmt. Das Newton'sche Gesetz kennt Unterschiede, die auf Massen beruhen, nicht. Es beruht auf Gegenseitigkeit und berücksichtigt die Anziehung der kleinen Massen so gut wie die der großen. Das Newton'sche Gesetz verlangt für ein System von Körpern nur einen allgemeinen Schwerpunkt, auf den alle Bewegungen sich beziehen. Von unserem Sonnensysteme her sind wir gewohnt, diesen Schwerpunkt von einem bestimmten Centralkörper materiell erfüllt und von diesem Centralkörper zugleich durch Massenübergewicht die übrigen Glieder des Systems beherrscht zu sehen. Das Gesetz weiß davon nichts. Je größer freilich die Masse des einen gegenüber der Gesammtmasse der andern Körper eines Systems ist, desto näher wird er auch dem gemeinsamen Schwerpunkt stehen müssen. Während aber unsere Sonne die Gesammtmasse ihrer Planeten um das 720fache übertrifft, ist bei den Doppelsternen ein ähnliches Massenübergewicht eines Centralkörpers nur unter den allergezwungensten und unwahrscheinlichsten anderweitigen Voraussetzungen zu denken. In den meisten Fällen läßt sich gar nicht einmal von einem Hauptstern sprechen. Die Massen der mit einander verbundenen Sterne sind, nach der Helligkeit zu schließen, nahezu gleich, wie bei dem schönen Doppel-

Das Sternbild des Krebses.

Digitized by Google

stern γ in der Jungfrau und selbst bei dem dreifachen Sterne ζ des Krebses. In andern Fällen dürften sie wenigstens nicht sehr niedrige Verhältnisse überschreiten, wie bei dem 61sten Sterne des Schwans und den schönen dreifachen Sternen am Kopfe und am linken Knie der Andromeda. Wenn aber so wenig von einander verschiedene Massen zu einem Systeme verbunden werden, so kann natürlich ihr gemeinsamer Schwerpunkt immer nur zwischen ihnen, niemals in der einen oder andern Masse selbst liegen. Dann werden aber auch beide Sterne einen nahezu gleichen Antheil an der Umlaufsbewegung nehmen, und es wird sich streng genommen gar nicht einmal mehr sagen lassen, daß ein Stern den andern umkreist. Eine Entscheidung für die Sinne wird freilich darüber erst gewonnen werden können, wenn für das Meridianinstrument eine gleiche Genauigkeit wie für das Mikrometer erlangt sein wird und sich daher die mikrometrisch erhaltenen relativen Oerter der Sterne mit den am Meridianfernrohr erhaltenen absoluten vergleichen lassen. Dafür ist freilich für jetzt noch wenig Aussicht vorhanden. Trennen Sie nun das Zufällige — wie es das Massenverhältniß gegenüber dem Gesetze ist — von dem Nothwendigen, so haben Sie auch in unserm Sonnensystem nicht mehr den Centralkörper, sondern den Schwerpunkt des Systems aufzusuchen und erst nachträglich zu prüfen, ob dieser wirklich ein materiell erfüllter sei. Sie wissen bereits, daß unsere Sonne in ihrer Rotation um sich selbst in der That eine kleine Ellipse um diesen Schwerpunkt beschreibt, daß dieser also, wenn auch bisweilen der überwiegenden Masse wegen, doch nicht immer innerhalb des Sonnenkörpers, viel weniger in seinem Mittelpunkte liegt. Die Sonne ist damit in die Reihe der Planeten eingetreten und verdient nur den Namen ihrer Herrscherin durch die Nähe des Schwerpunkts der Gesammtheit.

Aber noch einer unserer gewöhnlichsten und vermeintlich berechtigtsten Vorstellungen, die wir dem Sonnensystem entlehnten, scheint neuerdings durch die Beobachtungen jener Himmelsferne Gefahr zu drohen. Gewohnt, nur leuchtende Centralkörper von dunkeln umkreist zu sehen, waren Sie wol überrascht, auch Sonnen um Sonnen sich bewegen zu sehen. Was werden Sie aber zu einem dunkeln, unsichtbaren Centralkörper sagen, der von Sonnen umkreist wird? Und doch ward selbst der scharfsinnige Bessel zu einer solchen Annahme gedrängt, und es ist gewiß kein zu verachtendes Zeugniß, daß die ersten und heftigsten Gegner dieser Annahme gegenwärtig fast sämmtlich ihr beigetreten sind. Bessel hat eine Astronomie des Unsichtbaren eröffnet, ähnlich jener Astronomie des Unbekannten, worauf Leverrier seine denkwürdige Berechnung des Neptun gründete. Er erkannte in den thatsächlich ermittelten Eigenbewegungen des Sirius und Procyon Abweichungen von einer überraschenden Gleichmäßigkeit. Wie Leverrier aus den räthselhaften Störungen in der Bewegung des Uranus, so schloß Bessel aus diesen Abweichungen in der Bewegung der Sterne auf die Nähe eines unbekannten anziehenden Körpers. Es mußten gewaltige Massen in der unmittelbaren Nähe des Sirius und Procyon vorhanden sein, welche jene Abweichungen hervorbrachten, und diese Massen konnten nur dunkle oder schwachleuchtende Welten sein. Jene uns einfach erscheinenden schönen Sterne sind also nach dieser Ansicht

Digitized by Google

Doppelsterne, in denen uns aber das eine Glied nicht sichtbar wird. Die Beobachtung stimmte mit der Berechnung; und es ist in neuerer Zeit (im Jahre 1851) einem der früheren Gegner dieser Ansicht, Peters in Pulkowa, sogar gelungen, die Bahn des Sirius um jenen unsichtbaren dunklen Centralkörper zu bestimmen. Er fand eine Umlaufszeit von 50 Jahren und 35 Tagen.

So sind in der That durch die Entdeckung der Doppelsterne die gewohntesten Vorstellungen zerstört. Es ist vorbei mit der geträumten Majestät der Sonne, vorbei mit der Herrschaft der Massen und der rohen Gewalt. Nicht ein Körper ist es, sondern ein Gedanke, um den alle Welten kreisen, ein Gedanke, der alle Ordnung zusammenhält. Nicht der Wille des Einzelnen, sondern der Gesammtwille Aller ist der bewegende Mittelpunkt des Lebens. Wer solch einen Schwerpunkt umfaßt, der ist Herr — seiner selbst und Anderer!

Sternbild der Andromeda.

Wenn auf der einen Seite durch den Gedanken des Gesetzes die Welt des Himmels sich niedersenkt in unser innerstes Leben, so vermögen wir auf der andern Seite durch dasselbe Gesetz einzudringen in die geheimnißvolle Natur jener Welten. Mag es Ihnen über die menschliche Fassungskraft hinauszugehen scheinen, wir vermögen jene Sterne, die kaum das schärfste Fernrohr als einzelne scheidet, die in unnahbaren Fernen schweben, aus denen das Licht Jahre und Jahrhunderte braucht, um zu uns herabzukommen — wir vermögen jene Sterne zu wägen! Das Newton'sche Gesetz der Anziehungen, das sich in den Bewegungen der Doppelsterne so unzweifelhaft bethätigt, gestattet uns, zurückzuschließen auf die anziehenden Massen. Nach diesem Gesetze besteht eine feste Beziehung zwischen den anziehenden Massen und den Abständen und Umlaufszeiten, und zwar, wie Kepler nachgewiesen hat, stehen die Massen zu den Quadratzahlen der

Digitized by Google

$\frac{M}{M'} = \frac{T^2}{T'^2} = \frac{D'^3}{D^3}$

Umlaufszeiten in directem, zu den Kubikzahlen der Abstände in umgekehrtem Verhältniß. Kennt man also bei den Doppelsternen aus unmittelbarer Beobachtung die Winkelgeschwindigkeit des einen Sterns, und ist man im Stande, den Halbmesser der von ihm durchlaufenen Bahn in Meilen auszudrücken, so kann man auch nach Fußen und Zollen berechnen, um wie viel dieser Stern in einer Secunde gegen den Hauptstern fällt. Durch Vergleichung dieser Größe mit dem Falle eines Steins auf der Erde oder mit dem Falle der Erde gegen die Sonne, unter Berücksichtigung der verschiedenen Abstände, kann man dann das Verhältniß der Doppelsternmasse zur Erd- oder Sonnenmasse erhalten. Freilich wird die Geschwindigkeit, mit welcher ein Körper gegen die Erde oder die Erde gegen die Sonne fällt, genau genommen durch die Gesammtmasse beider, des anziehenden und des fallenden Körpers, bestimmt, und so ergiebt sich auch aus jener Berechnung immer nur das Verhältniß der Massensummen der Doppelsterne zur Sonnenmasse. Aber gleichviel, wir wägen doch, wenn auch nicht die einzelnen Sterne, so doch ihre Summen.

Die einzige Schwierigkeit bei diesen Sterunwägungen besteht darin, daß wir die Halbmesser der Bahnen jener Doppelsterne, die uns immer nur unter Winkeln von wenigen Secunden am Himmel erscheinen, nach Meilen messen sollen. Dazu ist eine Kenntniß der Entfernung dieser Sterne von uns erforderlich. Aber zu dieser Kenntniß sind wir erst bei einer sehr kleinen Zahl von Sternen mit annähernder Gewißheit gelangt, und unter diesen wenigen Sternen sind unglücklicherweise auch nur zwei Doppelsterne, der Hauptstern des Centauren und der 61ste Stern im Schwan, und von diesen wird der letztere sogar noch von Manchem als Doppelstern bezweifelt. Wir wollen indeß diese beiden Sterne benutzen, um wenigstens annähernd eine Vorstellung von den Massenverhältnissen des Himmels zu gewinnen.

Jener bisher als nächster Nachbar der Fixsternwelt anerkannte glänzende Stern des südlichen Himmels, der Hauptstern des Centauren, ist, wie Sie neulich erfahren haben, $3^1/_2$ Lichtjahre oder 224,520 Halbmesser der Erdbahn von uns entfernt. Aus dieser Entfernung berechnet sich nun der gegenseitige Abstand der in ihm zu einem Doppelstern verbundenen Welten, der uns unter einem Winkel von 14″,86 erscheint, auf $16^1/_4$ Sonnenweiten oder 336 Millionen Meilen. Beim Doppelstern 61 im Schwan beträgt die Entfernung von uns $9^1/_4$ Lichtjahre oder 598,540 Sonnenweiten, und der Abstand seiner beiden Sterne, der uns gleichfalls etwa unter 13—14 Secunden erscheint, berechnet sich demnach auf $41^1/_2$ Sonnenweiten oder 858 Millienen Meilen. Die Dauer der Umlaufszeit beläuft sich beim Doppelstern des Centauren auf 79 Jahre und wird beim Doppelstern des Schwans auf 452 Jahre geschätzt. Ihre Gesammtmassen berechnen sich daraus beim Stern des Centauren auf 0,677, bei dem des Schwans auf 0,35, also etwa $^2/_3$ und $^1/_3$ der Sonnenmasse.

Wie wenig Vertrauen auch noch diese Resultate, bei der Unsicherheit der Grundlagen, auf denen sie beruhen, verdienen mögen, sie überraschen Sie dennoch. Gewohnt, immer nur Ungeheures in jenen Fernen des Himmels zu

Digitized by Google

finden, führt Sie hier die Rechnung auf Massen, die noch nicht einmal die unserer Sonne erreichen. Die Welt droben ist doch nicht so fremd, als die Phantasie sie gern vorstellt!

Aber noch in einer andern Beziehung verdient jenes gesetzliche Verhältniß zwischen Masse, Abstand und Umlaufszeit eine Beachtung. So gut wie sich aus einer bekannten Umlaufszeit und bekanntem Abstande ein Schluß auf die Masse der Doppelsterne ziehen läßt, wird sich auch umgekehrt aus bekannten Massen und beobachteten Umlaufszeiten auf die Entfernung, also auf die Parallaxe der Doppelsterne schließen lassen. Sie werden freilich einwerfen, daß wir doch eben die Massen dieser Sterne am wenigsten kennen! Aber annehmen können wir sie doch gewiß, und wenn wir sie etwa der unserer Sonne gleich setzen, so werden wir wol nicht gar zu weit von der Wahrheit abirren. Nennen Sie die Resultate dann immerhin hypothetische Parallaxen; sie werden wenigstens bis zur Beobachtung der wirklichen eine annähernde Vorstellung von der Entfernung jener Sternsysteme gewähren. Daß sie aber wirklich in hohem Grade annähernde genannt werden können,

Das Sternbild des Wassermanns.

geht aus der Vergleichung einiger solcher hypothetischen Parallaxen mit beobachteten hervor. So beträgt die hypothetische Parallaxe bei 61 des Schwan.; 0,247 Sec., bei α des Centauren 0,857 Sec., beim Polarstern 0,055 Secs. die beobachteten Parallaxen dagegen sind 0,348, 0,919 und 0,076 Secunden Wenn nun neun Zehntheile aller Doppelsterne noch gar keine erkennbare Winkelbewegung gezeigt haben, so muß man ihnen entweder eine hypothetische Parallaxe von weniger als $^1/_{200}$ oder gar $^1/_{500}$ Secunde, also eine Entfernung von 40—100 Millionen Sonnenweiten, 650—1600 Lichtjahren zugestehen, oder man muß, um sie etwa in die Nähe des Hauptsterns des Centauren zu

Digitized by Google

rücken, ihre Masse kleiner annehmen als die Masse unseres Planeten Merkur. Das Eine wie das Andere läßt uns auf eine wunderbare Leuchtkraft jener Welten schließen; denn es sind Sterne zweiter und dritter Größe darunter, wie der Hauptstern des Herkules, der Stern γ des Widder und ξ im Bootes.

Gewähren die Doppelsterne der Wissenschaft in dieser Weise den nicht unwesentlichen Dienst, gewisse Vermuthungen über die Entfernungen von Fixsternen anzuregen, so versprechen Sie in anderer Weise die noch ungleich wichtigere Leistung, die beobachteten Parallaxen zu berichtigen. Sie wissen, daß alle Parallaxen-Beobachtung immer nur zu unteren Grenzen führen, innerhalb deren die Fixsterne nicht gesucht werden dürfen. Jede genauere Beobachtung kann die Sterne weiter in den Himmelsraum hinausrücken, und damit werden natürlich auch ihre Massen wachsen. Wir bedürfen also eines Mittels, um auch obere Grenzen für die Sterne zu setzen, über welche hinaus sie nicht gesucht werden dürfen, eines Mittels, das sowol dem steten Hinausrücken der Sterne in den Raum, als dem steten Wachsen ihrer Massen ein Ziel setzt. Dieses Mittel, das die Astronomie einst ebenso vor Ueberschätzung zu sichern verspricht, wie sie sich bisher vor Unterschätzungen zu sichern suchte, wird durch die Doppelsterne erlangt werden.

Sie haben gesehen, daß die Doppelsterne sich in meist sehr stark excentrischen elliptischen Bahnen um einander bewegen, und daß diese Bahnen meist in schief gegen uns geneigten Ebenen liegen, so daß die Fixsterntrabanten, die in ihnen kreisen, sich uns bald nähern, bald von uns entfernen. Das Licht, das uns Kunde von diesen Bewegungen, Kunde von dem jedesmaligen Orte eines solchen Sterns bringt, braucht eine gewisse Zeit, um zu uns zu gelangen. Wenn sich also ein Gestirn in krummliniger Bahn von unserer Erde entfernt, so werden die von demselben ausgehenden Lichtstrahlen uns immer später und später die Richtungen anzeigen, in denen sich der Stern wirklich befunden hat. Das Gegentheil wird eintreten, wenn es sich uns nähert. Der Stern wird also, von der Erde aus gesehen, mehr Zeit aufwenden, um diejenige Hälfte seiner Bahn zu durchlaufen, in welcher er sich von uns entfernt, als um die andere Hälfte zu beschreiben, in der er sich uns nähert. Der Unterschied dieser beiden Zeiten ist offenbar der doppelten Zeit gleich, welche das Licht gebraucht, um die Anzahl von Meilen zu durchlaufen, um welche sich die Entfernung jenes Sterns von der Erde zwischen seinen beiden äußersten Stellungen ändert. Verwandeln wir diese Zeit des Lichts in Raum, d. h. multipliciren wir einfach ihre Secundenzahl mit der bekannten Geschwindigkeit des Lichts, so erhalten wir in Meilen ausgedrückt die Größe dieser Aenderung des Sternabstandes von uns. Aber diese Aenderung steht in offenbarem Zusammenhange mit den Dimensionen der wirklichen Bahn des Sterns, und der Astronom ist im Stande, daraus die große Axe der Bahn selbst zu bestimmen. Der Neigungswinkel, unter welchem wir die große Axe sehen, ergiebt sich nämlich aus der Lage der Bahnebene; die scheinbare Größe der Axe lehrt das Mikrometer. Der Astronom hat also nur noch eine Aufgabe des Feldmessers zu lösen, um die Entfernung jenes Sterns von uns in Meilen zu berechnen. Es ist nun zwar möglich, daß der Astronom sich bei seinen Beob-

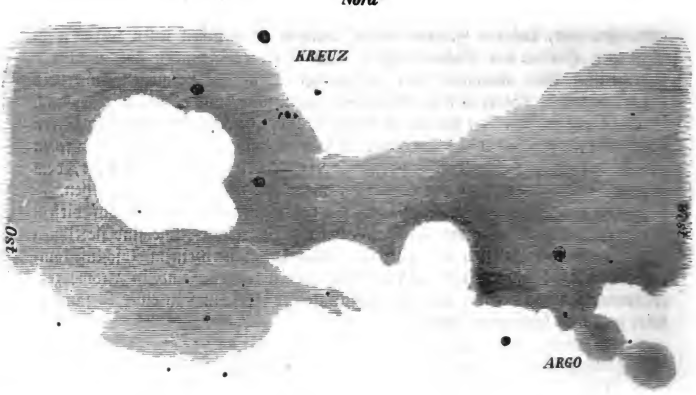
Digitized by Google

achtungen irrt, daß der Zeitunterschied, welchen er zwischen jenen beiden verschiedenen Hälften der Bahnbewegung eines Sternes gefunden hat, nicht der richtige ist. Aber immerhin wird er Grenzen anzugeben vermögen, innerhalb deren der wahre Werth dieses Unterschieds liegen muß, und ebenso wird er auch Grenzen finden, über die hinaus er weder nach oben noch nach unten den Stern setzen darf, ohne mit den Thatsachen in Widerspruch zu gerathen. Sie sehen also in der Beobachtung der Doppelsterne ein Mittel in Aussicht gestellt, dem Fixsternhimmel auch gegen den Raum hin mehr und mehr Grenzen zu setzen.

Ich hatte Ihnen Wunder, hatte Ihnen Gedanken versprochen auf diesem Ausfluge durch die Räume der Fixsternwelt. In reicher Fülle sind sie Ihnen entgegengeströmt. Lassen Sie jetzt diese Gedanken auch zu einem Abschluß kommen, daß der Himmel, den die Forschung Ihnen zerstörte und in Atome zersplitterte, sich von Neuem durch die Resultate der Forschung zu einer Gesammtheit, zu einem Ganzen abrunde!

Das Geburtshaus des Nikolaus Copernicus zu Thorn.

Digitized by Google



Die Kohlensäcke in dem südlichen Theile der Milchstraße.

Sechstes Kapitel.

Die Centralsonne und das Fixsternsystem.

Wir haben es versucht, mit Hülfe der wissenschaftlichen Forschung den Schleier von jenem Himmelsgemälde zu heben, das sich über uns ausspannt, und haben gesehen, in welche unnahbare Ferne das Gemälde allmälig entschwebte. Wie ganz anders dachten sich doch die Alten die Höhe des Himmels! Hephästos, von Zeus aus dem Himmel geschleudert, so erzählt uns Homer, fiel in einem Tage auf Lemnos herab und „er athmete nur noch ein wenig“. In wilderen Schätzungen ergeht sich wol die Phantasie eines Hesiod, wenn er vom Sturze der Titanen in den Tartarus singt:

„Wenn neun Tage und Nächte dereinst ein eherner Ambos
Fiele vom Himmel herab, am zehnten käm' er zur Erde.“

Aber was will auch eine solche Entfernung, die etwa dem $1^1/_2$fachen Abstand des Mondes von der Erde entspräche, sagen gegen die Anschauung, die wir heute gewonnen haben! Auf $4^2/_3$ Billionen Meilen waren wir gezwungen den Abstand des nächsten Fixsterns von unserer Erde zu setzen, einen Raum, den das flüchtige Licht selbst erst in $3^1/_2$ Jahren durchfliegt!

Digitized by Google

Wie ganz anders, sage ich, schauten die Alten das Himmelsgemälde an! Das gilt nicht blos von seinen Entfernungen, die wir nach Lichtjahren, jene nach irdischer Fallgeschwindigkeit schätzten, das gilt auch von seinem reichen Inhalt. Plinius, der doch das Sternverzeichniß Hipparch's, des berühmtesten Astronomen des Alterthums, kannte, zählte an dem schönen italischen Himmel nur 1600 sichtbare Sterne. Und jetzt zählt das unbewaffnete Auge, das doch dasselbe geblieben und nur anders schauen gelernt hat, an dem ungünstigen nordischen Himmel 4000—6000 deutliche Sterne. Was will das aber sagen gegen die unermeßliche Weltenzahl, welche das Teleskop dem Auge enthüllt hat, gegen die 20,000 und mehr Sterne erster bis neunter Größe, welche unsere Sternverzeichnisse aufführen, gegen die 18,000,000 Sterne, welche William Herschel in der Milchstraße allein für sein 40füßiges Teleskop als sichtbar annehmen zu müssen glaubte, gegen die unzählbaren Sternenheere, die Lord Rosse's Riesenteleskop neuerdings in den menschlichen Gesichtskreis eingeführt hat!

Anders aber schaute das Alterthum den Himmel nicht blos darum an, weil ihm die Mittel des Sehens und der Beobachtung fehlten, sondern weil es diesen Mangel durch seine Träume ersetzen wollte. Seine Dichter und Weisen gefielen sich darin, die Spuren einer mystischen Götterwelt am Himmel zu suchen. In jener Milchstraße, die wie ein glänzendes Diadem den Sternhimmel schmückt, und in der wir heute den Abglanz einer unendlich reichen, fernen Welt sehen, schauten die Griechen nichts als etwa von einem göttlichen Säugling vergossene Milchtropfen, oder die feurigen Spuren, welche der Wagen des Phaëton hinterließ, oder gar die Spuren eines ausgetretenen Weges, welchen die Sonne einst wandelte, ehe sie ihren Lauf durch den Thierkreis antrat. Der Erste, welcher Wahrheit und Wirklichkeit ahnte hinter jenem schimmernden Lichtglanz, weil er eben nur Natur und nicht träumerische Ideen am Himmel suchte, war Demokrit, der Gründer der atomistischen Schule. Er sah im Glanze der Milchstraße die sich mischenden Bilder von unendlich vielen durch ihre unermeßliche Entfernung eng an einander gedrängten Gestirnen. Das Fernrohr Galilei's bestätigte die bewunderungswürdige prophetische Anschauung des Philosophen. Es trennte deutlich die Sterne, welche der Geist Demokrit's nur geahnt hatte. Die Fernröhre der Gegenwart versprechen mehr und mehr die letzten Nebel der Milchstraße zu zerstreuen und immer neue Welten auf dem schimmernden Grunde der bereits erkannten aufzudecken.

Seit man eine reiche Welt in jenem „leuchtenden Meteor" des Himmels, wie noch Aristoteles die Milchstraße nannte, zu schauen gelernt hat, ist auch ihrer Gestalt und ihrem Verlauf ein aufmerksamer Blick geschenkt worden. Dort im Südosten zwischen den prachtvollen Sternbildern des Orion, des großen und kleinen Hundes steigt sie empor, anfangs ein schwacher Lichtstrom, der die Hörner des Stiers berührt und sich über die Böckchen des Fuhrmanns ergießt. Eine wunderbare Verzweigung der Milchstraße beginnt jenseits des Zeniths in der Kassiopeja. Hier sendet sie einen Zweig südöstlich zum Perseus, der sich gegen die Plejaden und Hyaden verliert, und weiterhin einen andern nordwestlich gegen

Digitized by Google

den kleinen Bären und den Nordpol des Himmels. Im Schwane, der anmuthigsten und sternreichsten Gegend des nördlichen Himmels, zeigt sich in ihrer Mitte eine breite, dunkle Leere, von der gleichsam als Mittelpunkt drei Lichtströme ausgehen, deren einer sich erst in der Gegend des Adlers verliert. In ununterbrochener flockiger Gestalt zieht sie nun weiter über den Adler hinaus zum Schützen, wo sie der Horizont Ihnen verbirgt. Am südlichen Himmel aber steigt sie im Schwanze des Skorpions wieder empor, um in der größten Pracht ihres Glanzes sich über Altar und Triangel zu den funkelnden Sternen des Centauren zu ergießen. Hier, auf dieser Strecke vom Schützen bis zum Schiffe, entfaltet die Milchstraße die wunderbarste Mannichfaltigkeit und Pracht der Gruppirung, hier werden ihre Verzweigungen am reichsten und glänzendsten. Einen Zweig sendet sie schon vom Triangel aus bis nahe an den Fuß des Schlangenträgers, einen andern vom Hauptstern des Centauren zum Sternbild des Wolfes, bis sie am Hintertheil des Schiffes, fächerförmig zertheilt, völlig abbricht und eine weite dunkle Lücke zeigt, jenseits deren sie sich anfangs wieder manchfach verzweigt, dann als ein ungetheilter breiter, aber immer schwächerer Lichtstrom durch den großen Hund zum Orion dort an unserm östlichen Horizonte fortsetzt. Dort, an jener Stätte ihres höchsten Glanzes, wo sie sich bald in einer Breite von 20 Himmelsgraden ausdehnt, bald auf vier bis fünf Grade zusammenzieht, umfaßt sie das strahlende Kreuz des Südens. Dort schneidet sie jenen glänzenden Gürtel der größten und vielleicht nächsten Gestirne des Himmels, der sich vom Orion durch das Kreuz zum Skorpion hinzieht. Dort umschließt sie, gleichsam um durch den Contrast die Wirkung ihres Glanzes noch zu heben, jene wunderbaren schwarzen Flecken, die man als Kohlensäcke bezeichnet, und in denen Herschel Oeffnungen des Himmels sah, durch welche es gestattet sei, gleichsam in den finstern Weltraum zu blicken.

Das ist in flüchtigen Umrissen das Bild von der scheinbaren Gestaltung der Milchstraße. Aber diese Gestaltung hat für uns eine besondere Bedeutung erhalten, seit es der raumdurchdringenden Kraft der Instrumente gelungen ist, die Wolken jenes Lichtschimmers aufzulösen und bis auf einige Stellen von unergründlicher Tiefe durch sie hindurch uns den Blick ins Freie zu gestatten. Es wird Sie nun auch danach verlangen, eine Anschauung von den wirklichen Verhältnissen der fernen Sternwelt und unserer Stellung zu ihr zu gewinnen. Mag es auch nur ein Dämmerlicht sein, welches, wie Humboldt sagt, auf solchen Resultaten ruht, zu denen ahnungsvoll getrieben die geistige Anschauung sich erhebt, es ist doch immer noch besser als jener Irrlichtschein, in welchem die phantastischen Träume alter und neuer Philosophen schwimmen.

Nicht der Zufall allein kann in jener auffallenden Gruppirung der Sterne gewaltet haben. Es widerstrebt unserer ganzen Anschauung, diesen Sternring von dem Heere der uns vereinzelt am Himmel erscheinenden Sterne zu scheiden. Sie werden sich unwillkürlich jener Täuschung erinnern, die Ihnen in einem Walde nach seiner Längsrichtung die Bäume dichter gedrängt erscheinen läßt, als nach seiner Breitenrichtung. So werden wir auch dem Versuch nicht wider-

stehen können, die ganze Schar der Sterne am Himmel in ein großes Weltensystem zusammenzufassen, dem wir nur eine abgeplattete, linsenförmige Gestalt zu geben haben, um uns zu erklären, daß wir nach gewissen Richtungen, die gleichsam in die größten Tiefen dieses Weltsystems eindringen, dichtgedrängte, nach andern Richtungen dagegen nur vereinzelte Sterne erblicken. Auch unsere irdische Heimat, unser Sonnensystem gehört diesem großen Weltganzen an; aber es kann weder in seiner Mitte, noch auch nur in der Ebene der größten Ausdehnung dieser linsenförmigen Weltschicht stehen. Das erkennen wir aus dem Umstande, daß die Milchstraße am Himmel nicht einen völlig größten Kreis bildet, sondern sich dem Südpol um 10 Grade mehr nähert als dem Nordpol, und daß auch ihr Glanz keineswegs ein gleichmäßiger ist, sondern auch nach der einen und uns darum wol nähern Seite heller und breiter erscheint, als nach der entgegengesetzten. Wir stehen also der Milchstraße näher in der Richtung des Skorpions als in der Richtung des Perseus und über ihrer Ebene in der Richtung des Herbstpunktes. Endlich aber kann es auch keine völlig zusammenhängende Sternschicht sein, welche dieses System bildet. Dagegen sprechen die zahlreichen Verzweigungen der Milchstraße. Wir müssen uns vielmehr ein System von Ringen denken, welche, da wir außerhalb ihrer Ebene stehen, für unser Auge theilweis einander decken, theilweis aus einander gehen.

Da haben Sie nun eine Vorstellung von einer Einheit des Weltganzen, das Sie von dem Schimmer der Milchstraße umflossen sehen. Es ist freilich noch eine sehr äußerliche Einheit, und ich habe Ihnen eine innere, auf Gesetze gegründete Einheit zu zeigen versprochen, nicht ein bloßes Haufwerk, sondern ein System. Aber ein System verlangt gemeinsame Bewegung, gemeinsame bewegende Kraft.

Es war die äußere Physiognomie der Himmelslandschaft, aus welcher wir unsere Vorstellung von der äußern Gestaltung des Weltganzen schöpften. Aber das reiche, bunte Bild der Himmelslandschaft war in der That kein kaltes, lebloses Bild. Es regte sich in ihm wie auf unsern Fluren. Sterne kommen und schwinden; sie wechseln wie das Treiben eines Mückenschwarms. Denn was hat die Zeit mit solchem Bilde zu thun, was sind Millionen Jahre gegen solche Räume? Sterne kommen und gehen; die plötzlich auflodernden neuen Sterne und die Lichtwechsel der veränderlichen geben davon Zeugniß. Sterne wechseln ihre Ordnung; teleskopische Doppelsterne kreisen um ihren gemeinsamen Schwerpunkt. 63 Planeten, 22 Monde und zahllose Kometen schweifen über das Himmelsgewölbe hin, und jede schießende Sternschnuppe gleicht einer verblühenden Blume. Aber auch das gesammte Gemälde zieht wie durch einen verborgenen Mechanismus langsam an unsern Blicken vorüber; das Vorrücken der Nachtgleichen und das Wanken der Erdaxe führen neue Sterne am Horizonte herauf und entziehen uns andere. Aber noch ist das bewegliche Leben der Himmelsphysiognomie nicht erschöpft. Das ganze Heer der Sterne, die eine beschränkte Anschauung *feste* nannte, ist in einer ewigen Bewegung begriffen; sie alle wandeln ihre Bahnen, wie Monde und Planeten. Diese Bewegung gab dem Bilde Leben, und in ihr

Digitized by Google

allein haben wir die innere Einheit, das gesetzliche Band, das diese Welten zu einem Systeme zusammenfaßt, zu suchen.

Bewegungen verlangen eine bewegende Kraft und, wenn sie einander nicht stören und vernichten sollen, ein ordnendes Gesetz. Wo das Gravitationsgesetz gilt, muß es auch einen Schwerpunkt geben, und wo es bewegte Körper giebt, seien es Planeten oder Fixsterne, da müssen sie diesen Schwerpunkt umkreisen. Diese um einen gemeinsamen Schwerpunkt kreisenden Sonnen bilden aber ein geordnetes Ganzes, ein System, ein Reich. Es gilt also in der That, ein Weltreich zu begründen, zu begrenzen, auszumessen und vor Allem ihm einen Herrscher zu geben. Gewiß eine würdige Aufgabe für die Phantasie, wenn wir uns nicht beeilen, ihr durch den berechnenden Verstand zuvorzukommen!

Wo es sich um die Herrschaft handelt, und wäre es selbst in den fernsten Räumen des Weltalls, da fehlen die politischen Parteien nicht. Monarchisten und Republikaner stehen einander auch hier gegenüber. Entweder eine gewaltige Centralsonne muß dieses Sternsystem beherrschen, Alles überragend an Masse und Kraft, oder ein Gedanke ist es, ein massenloser Punkt, in dem sich alle Anziehungen vereinigen, und dessen Stelle nur zufällig und zeitweilig ein vielleicht unscheinbarer Stern einnimmt. Möglich ist das Eine wie das Andere; für jenes spricht unser Sonnensystem, für dieses sprechen die Doppelsterne. Jedes hat auch seine Partei gefunden und jede Partei ihren namhaften Führer, die monarchische in Argelander, die republikanische in Mädler.

In allen Fällen ist es immer nur der Schwerpunkt, welcher die Herrschaft giebt. Bei der Aufsuchung dieses Schwerpunktes kommt uns nun die Anschauung zu statten, die wir, wenn auch sehr äußerlich, von der Anordnung der Sternwelten aus der Physiognomie der Milchstraße geschöpft haben. Bilden nämlich alle von der Milchstraße umschlossenen Sterne wirklich ein System sich anziehender Massen, so muß der Schwerpunkt desselben in der Ebene der Milchstraßenringe liegen, und wir müssen ihn daher in derjenigen Hälfte des Himmels suchen, in welcher wir den Frühlingsnachtgleichepunkt erblicken, und zwar näher dem dunklern, schmäleren Theile der Milchstraße und nördlich von derselben. Schon der Philosoph Kant, der doch noch nicht die Eigenbewegung der Sterne kannte, suchte in dieser Richtung die Centralsonne, deren er für seine Ordnung des Sternhimmels bedurfte, und glaubte sie im Sirius, dem glänzendsten aller Sterne, zu finden. Die spätere Beobachtung hat diese Herrschaft freilich nicht bestätigt. Im Gegentheile haben wir ja gesehen, daß aller Glanz diesen vom Philosophen zur stolzesten Herrschaft berufenen Stern vor dem demüthigenden Verdachte nicht bewahrt hat, selbst im Dienste einer dunklen, unsichtbaren Gespensterſonne zu stehen.

Die Gegend des Himmels, in welcher wir nach diesen Schlüssen den Schwerpunkt des großen Sternsystems zu suchen haben, umfaßt ungefähr die Sternbilder des Widders, des Stiers, der Zwillinge und des Orion. Eine nähere Bezeichnung könnten wir vielleicht aus der Eigenbewegung unserer Sonne zu erlangen hoffen. Ist die Bahn der Sonne nämlich kreisförmig, so ist die Rich-

Digitized by Google

tung der Sonnenbewegung, die wir ja kennen, die Tangente des Kreises, in welchem die Sonne sich bewegt. Der Mittelpunkt dieses Kreises und damit der Schwerpunkt des Systems ist also innerhalb eines größten Kreises zu suchen, welcher jenen bekannten Punkt im Sternbilde des Herkules, gegen welchen unsere Sonne fortschreitet, zum Mittelpunkt hat. Wenden wir auf diesen Kreis die aus der Lage der Milchstraße erhaltenen Andeutungen an, so erhalten wir für den wahrscheinlichen Ort des Schwerpunkts die Gegend des Himmels, welche sich vom Perseus zwischen Widder und Stier hinzieht. Dort fanden ihn in der That Argelander und Mädler, obwol beide vom entgegengesetzten Parteistandpunkt. Im Sternbild des Perseus suchte Argelander seine Centralsonne, in den Plejaden des Stiers glaubte Mädler den Schwerpunkt des Himmels zu finden.

Es ist freilich nur wieder eine unbestimmte Hindeutung auf das gesuchte Ziel, denn über die wirkliche Form der Sonnenbahn läßt sich im Voraus nicht entscheiden, und mit der Annahme der Kreisform schwinden auch alle Schlüsse, die wir daran knüpften. Eine sichere Annäherung zu unserm Ziele werden wir also nur in einer genauen Vergleichung der verschiedenen Eigenbewegungen der Sterne finden können. Dazu müssen wir aber im Stande sein, den Sinn dieser Bewegungen richtig zu deuten, und um dies wieder zu können, müssen wir zuvor eine Entscheidung über die Form des gesuchten Schwerpunktes treffen. Ist es ein massenhafter Centralkörper, der ihn in sich schließt, wie Argelander meinte, oder ist es ein leerer, massenloser Punkt, wie Mädler meint? Das ist, wie Sie sehen werden, für die Deutung der Sternbewegungen nicht gleichgültig.

Kein glänzender Stern zeigte sich im Sternbild des Perseus, den Argelander für seine mächtige Centralsonne hätte deuten können, und eine dunkle, unsichtbare Gespensterſonne zur Herrscherin so vieler Millionen glanzvoller Sonnen einsetzen zu wollen, konnte einem Argelander nicht einfallen. Das wäre nun freilich noch kein Beweis für das Nichtvorhandensein einer solchen Centralsonne. Aber machen wir uns doch einmal das fragliche Wesen recht klar. Es wird ein Centralkörper gesucht, der den Fixsternen gegenüber ein ähnliches Uebergewicht behauptet, wie die Sonne gegenüber den Planeten. Wir wollen nun die Anzahl der uns teleskopisch sichtbaren Sterne mit William Herschel nur auf 20 Millionen anschlagen und jedem Sterne durchschnittlich nur eine Masse geben, die der unserer Sonne gleich ist, so erhalten wir für die Masse der gesuchten Centralsonne, wenn sie auch nach dem in unserm Sonnensystem bestehenden Verhältniß 720—770 mal die Gesammtmasse ihres Systems übertreffen soll, eine Masse, die 15 Milliarden unserer Sonnenmasse gleich wäre, und einen Körper, der bei der Dichtigkeit unserer Sonne 2450 mal diese an Durchmesser überträfe. In welch ungeheure Entfernung müßten wir diesen Koloß hinausrücken, oder wie unendlich gering müßten wir seine Lichtkraft anschlagen, wenn er nicht als zweite Sonne an unserem Firmament strahlen sollte!

Das ist allerdings ein starker Einwurf gegen die Wahrscheinlichkeit einer solchen Centralsonne. Aber ein ungleich gewichtigerer läßt sich aus den Eigenbewegungen der Sterne herleiten. In einem Systeme von Welten, in welchem

Digitized by Google

die Anziehung eines massenhaften Centralkörpers die Bewegungen leitet, müssen nothwendig die raschesten Bewegungen in der größten Nähe dieses anziehenden Körpers stattfinden. So ist es in der That in unserem Sonnensystem. Sie wissen, daß die Geschwindigkeit des Merkur 10 mal die des fernen Neptun übertrifft, und daß im weitgeschweiften Laufe der Kometen oft noch 10- und 20 mal größere Unterschiede der Geschwindigkeit vorkommen. Auch in der Nähe jener angenommenen Centralsonne müßten also unzweifelhaft besonders schnelle Bewegungen der Sterne sich zeigen. Noch ist aber keine Gegend des Himmels gefunden worden, in welcher so schnelle Bewegungen um einen Punkt sich gruppirten, und doch könnten sie eben darum der Beobachtung am wenigsten entgehen. Wollte man selbst zugeben, daß die Schnelligkeit solcher Bewegungen durch eine ungeheure Entfernung minder bemerklich werden könnte, so würde durch diese Entfernung wieder der störende Einfluß der Sonnenbewegung aufgehoben, und wir müßten die reinen Eigenbewegungen der die Centralsonne umkreisenden Sterne selbst erblicken. Es müßte sich also irgend eine Sterngruppe auffinden lassen, in der alle möglichen Richtungen der Eigenbewegung gleich häufig vertreten wären. Mädler hat mehr als 3000 Sterne in Betreff ihrer Eigenbewegungen verglichen, aber für keine einzige Gegend des Himmels den Einfluß der Sonnenbewegung ganz schwinden sehen.

Das Sternbild des Stiers.

So sind wir denn genöthigt, den Glauben an eine einzelne allumfassende Centralsonne aufzugeben. Wir könnten nun meinen, es bestehe überhaupt kein innerer, gesetzlicher Zusammenhang zwischen diesen zahllosen Sternen, es sei in Wirklichkeit nur ein Haufwerk, nicht ein System von Welten, und die Eigenbewegungen der Sterne ließen sich aus einer Anziehung der zufällig nächststehenden Sterne erklären. Dagegen aber würden wieder die Doppelsterne ein wichtiges Zeug-

Digitized by Google

niß bilden. Nicht etwa das Dasein der Doppelsterne überhaupt! Denn warum sollten nicht auch kleine Systeme von diesen Haufen umschlossen werden? Aber diese Doppelsterne zeigen auch eine Eigenbewegung, und die Größe dieser Eigenbewegung übertrifft durchschnittlich fünfmal die durch die gegenseitige Anziehung bewirkte Bahnbewegung der Doppelsterne. Man würde ungeheure Sonnenmassen anzunehmen haben, um durch deren Anziehung aus weiter Ferne so gewaltige Wirkungen hervorbringen zu lassen.

Die Anordnung aller dieser Welten zu einem einheitlichen System ist also unzweifelhaft. Nur eine andere Gestaltung dieses Systems müssen wir suchen, als wir sie aus unserem Sonnensystem abgeleitet hatten. Da sind es denn die Doppelsterne, in denen wir den Gedanken lesen, nach welchem die Natur Welten zu ordnen weiß.

Erinnern Sie sich der Umwälzung, welche die Doppelsterne in unsern Vorstellungen hervorbrachten! Wir sahen hier gleichberechtigte Glieder ein System bilden, und keinem vermochten wir die Bezeichnung eines Hauptsterns beizulegen. Wir waren genöthigt, sogar auf unser Sonnensystem die veränderte Anschauung überzutragen und die Herrschaft unserer Sonne zu erschüttern. Ein System, auf das Newton'sche Anziehungsgesetz gegründet, so lautete unser Urtheil, erfordert nichts als einen gemeinsamen Schwerpunkt. Nur die Art der Bewegung ist an die Vertheilung der Massen in einem solchen System geknüpft. Immer ist es zwar die gesammte Masse, welche die Anziehung ausübt, aber für einen Punkt innerhalb der anziehenden Masse entspricht die Größe der Anziehung doch nur dem Abstand von dem Schwerpunkt, da alle darüber hinaus liegenden anziehenden Kräfte durch den Gegensatz ihrer Richtungen einander aufheben. Bei einer

Die Gruppe der Plejaden im Sternbild des Stiers.

Digitized by Google

gleichen Vertheilung der Massen, also bei Abwesenheit einer überwältigenden, den Schwerpunkt umschließenden Centralmasse, müssen die Anziehungen wachsen mit der Entfernung vom Schwerpunkt. Bei kreisförmigen Bewegungen der Körper eines solchen Systems muß auch die Geschwindigkeit dieser Bewegungen in demselben Verhältniß wachsen; alle Glieder müssen in gleicher Zeit ihren Kreislauf vollenden und vom Mittelpunkt aus gesehen in gleichen Zeiten gleiche Winkel beschreiben.

Ein solches System nun muß annähernd wenigstens das große System unserer Fixsternwelt sein. Die Bewegungserscheinungen müssen hier also gerade entgegengesetzter Art sein, als wir sie nach den in unserem Sonnensysteme gemachten Erfahrungen zu erwarten hatten. Nicht die schnellsten, sondern gerade die langsamsten Bewegungen haben wir in der Nähe des Centralpunktes zu suchen. Ständen wir in der Mitte des Systems selbst, so würde uns die Geschwindigkeit überall dieselbe, also unabhängig von der Entfernung und damit auch unabhängig von der Helligkeit erscheinen, soweit wir nämlich von der Helligkeit auf die Entfernung schließen dürfen. Stehen wir aber, wie es doch wahrscheinlich ist, außerhalb dieser Mitte, so müssen wir wenigstens einigermaßen eine Abhängigkeit zwischen der Bewegungsgeschwindigkeit und der Helligkeit bemerken. Aber diese Abhängigkeit kann sich nur nach Maßgabe des wirklichen Abstandes unseres Standpunktes vom Mittelpunkte geltend machen, und so muß im Allgemeinen der Unterschied der Eigenbewegungen der nach Größenklassen geordneten Sterne geringer sein, als die Unterschiede der Helligkeit erwarten lassen. Sie wissen, daß wir dieser Thatsache wirklich bereits begegnet sind. Wir fanden allerdings eine Abnahme der Eigenbewegung mit der abnehmenden Helligkeit, aber eine auffallend schwache und keineswegs weder der wachsenden Zahl, noch der wachsenden Entfernung in den verschiedenen Größenklassen entsprechend. Wir sind dadurch allem Anschein nach berechtigt, unser Sternsystem für ein solches zu erklären, dessen Schwerpunkt nicht an eine überwiegende Masse geknüpft ist.

Ueber die äußere Form dieses Systems hat uns schon der Anblick der Milchstraße eine Andeutung gegeben. Es war eine Linsenform oder vielmehr Ringform, die wir ihm geben mußten. Es erschien uns als ein System vielfach verworfener, in sich verzweigter und selbst unterbrochener Ringe, die einen innen stark abgeplatteten Sternhaufen umschweben. Auch über die Gegend des zu suchenden Schwerpunktes haben wir bereits einige Andeutungen erhalten. Es waren vorzugsweise die Sternbilder des Perseus, Widder und Stier. Näheres werden wir aus den Bedingungen erfahren, welche aus der uns aufgedrängten Gestaltung unseres Systems für die Eigenbewegungen der Sterne folgen.

Zunächst darf in dem Schwerpunkt des Systems selbst und in seiner unmittelbaren Umgebung keine andere Bewegung bemerklich sein als die, in welcher sich etwa die Sonnenbewegung abspiegelt. Die Richtung dieser Bewegung aber läßt sich sehr leicht aus der bekannten Sonnenbewegung für jeden Stern durch Rechnung ermitteln. Sie wird angegeben durch einen größten Kreis, den man von jenem Punkte des Herkules, dem Zielpunkt unserer Sonnenbewegung, durch den be-

Digitized by Google

treffenden Stern zieht. Es muß sich ferner in den Eigenbewegungen der Sterne mit dem wachsenden Abstande vom Schwerpunkt eine gewisse regelmäßige Zunahme der Geschwindigkeit erkennen lassen, die aber über einen Abstand von 90° hinaus verschwinden muß. Ebenso müssen auch mit dem zunehmenden Abstande die Abweichungen der Eigenbewegungen von derjenigen Richtung, welche ihnen die sich darin spiegelnde Sonnenbewegung anweist, zunehmen. Diese Abweichungen dürfen aber in der Nähe des Centralpunkts nicht leicht 90° erreichen, da die wahre Eigenbewegung der Sterne hier nicht leicht größer sein kann als die scheinbare, welche ihnen durch die Bewegung der Sonne mitgetheilt wird.

Diese Bedingungen nun sind es, welche über den Ort des himmlischen Schwerpunktes entscheiden müssen. Mädler hat über 3000 Sterne des Bradley'schen Verzeichnisses zu diesem Zwecke untersucht, und die einzige Gegend des Himmels, für welche sie sich in befriedigender, ja in überraschender Weise erfüllten, ist die Gruppe der Plejaden im Sternbild des Stiers. Die Abweichung von der durch den alleinigen Einfluß der Sonnenbewegung vorgeschriebenen Richtung beträgt für den Hauptstern der Plejaden, die Alcyone, nicht mehr als 0″,23. Die Größe dieser Abweichungen, wie die Stärke der Eigenbewegungen überhaupt, wächst bis auf einen Abstand von 60° von der Alcyone in unverkennbarer Weise, und endlich kommen Abweichungen von mehr als 90° in der Nähe der Plejaden nur in so geringer Zahl vor, daß für die bisher beobachteten Sterne diese Fälle in einem Abstande von 10° nur 3, in einem Abstande von 30° nur 21 Procent erreichen.

Die Gruppe der Plejaden also ist es, in welcher Sie mit einer an Gewißheit grenzenden Wahrscheinlichkeit den Schwerpunkt unserer Sternwelt suchen müssen. Diese glänzende, fast 500 Sterne umfassende Sterngruppe, zu der schon das früheste Alterthum mit ahnender Bewunderung aufschaute, ist der Bewegungsmittelpunkt für alle die Millionen Sonnen und ihre unbekannten Systeme bis zu den fernsten Grenzen der Milchstraße hin. Alcyone, der optische Mittelpunkt dieser Gruppe, vielleicht auch der physische, da sie den theoretischen Bedingungen am vollkommensten entspricht, hat allein ein Recht auf den stolzen Namen der Centralsonne, wenn ein solcher Name überhaupt noch eine Bedeutung hat in dieser republikanischen Weltordnung. Jedenfalls erlangt sie dieses Herrscherrecht nicht durch ihre Masse; wie wäre auch ein Massenübergewicht gegenüber Millionen von Sternen zu denken! Vielleicht ist es nur die große Zahl der in diese Gruppe zusammengedrängten Sterne, welche den Schwankungen des Schwerpunktes Grenzen setzt, und die Masse der Plejaden gerade nur groß genug, um den Schwerpunkt auf ihr Gebiet zu bannen. Alcyone ist ein Stern wie alle Sterne, dem gleichen Naturgesetz unterworfen, das unserer Sonne die Herrschaft über ihr Planetensystem verlieh!

Diese gewaltige Schöpfung, durch welche den Millionen bewegter Sterne rings um uns eine ruhende Mitte, die Einheit eines Schwerpunktes gegeben wird, ist das Werk Mädler's. Ob das Werk bestehen werde, ob die Grundlagen, auf dem es errichtet, allen Erschütterungen durch die fortschreitende Forschung wider-

Digitized by Google

stehen werden, das wage ich nicht zu entscheiden. Mädler's Name wird durch dieses Werk für ewig mit dem Himmel verknüpft bleiben. Ob verfrüht, ob unerwiesen, wie manche gelehrte Gegner Mädler's behaupten wollen, es ist ein glänzendes Licht, das diese mühe- und geistvolle That des großen Astronomen über die dunkeln Regionen des Himmels verbreitet hat.

Nennen Sie es immerhin eine wissenschaftliche Märchen- oder Traumwelt, die ich Ihnen hier auf die Grundlage Mädler'scher Forschungen aufgebaut habe, aber gestatten Sie mir, Ihnen diese Welt noch ein wenig auszumalen!

Vor Allem sehen wir uns unsere Sonnenbahn von diesem veränderten Standpunkt an! Ihre Kreisform müssen wir aufgeben. Das geht aus dem Abstande jenes Punktes im Herkules, auf den unsere Sonnenbewegung gerichtet ist, von dem gefundenen Schwerpunkte hervor. Denn dieser Abstand beträgt nicht 90^0, wie es die Annahme einer Kreisbahn fordert, sondern $111\frac{1}{2}^0$, deutet also auf eine ziemlich starke Excentricität von $21\frac{1}{2}^0$ hin. Sodann müssen wir der Ebene der Sonnenbahn eine sehr bedeutende Neigung gegen die Ebene unserer Ekliptik zuschreiben. Dazu nöthigt uns die fast senkrecht gegen die Ekliptik gerichtete scheinbare Bewegung der Plejadengruppe. Ebenso wenig dürfen wir an ein sehr nahes Zusammenfallen der Ebene der Sonnenbahn mit der Ebene der Milchstraße denken. Auch werden wir überhaupt nicht leicht irgend eine solche gemeinsame Grundebene für die Bahnen der Fixsterne auffinden, wie wir sie an unserer Ekliptik für die Bahnen der Planeten in unserem Sonnensystem hatten. Die Fixsterne scheinen vielmehr gleich den Kometen nach allen Richtungen hin durch den Weltraum zu schweifen. Die Bahnbewegung unserer Sonne aber lernen wir am besten an der scheinbaren Eigenbewegung der Plejaden kennen, in der sie sich fast unentstellt wiederspiegelt. Die Eigenbewegung der Alcyone beträgt aber jährlich 0,0471 Secunden, die durchschnittliche der Plejaden überhaupt 0,0582 Secunden. Nehmen wir diese Bewegung für die mittlere Bewegung unserer Sonne, so können wir daraus leicht die Zeit berechnen, welche die Sonne gebraucht, um ihre ganze Bahn zu durchlaufen. Wir erhalten aus der ersten Zahl fast 28, aus der zweiten $22\frac{1}{4}$ Millionen Jahre. Da ist unser Erdenjahr freilich nur ein Augenblick in diesem langen Jahre der Sonne!

Aber lassen Sie uns auch messen! Lassen Sie uns vor allen Dingen den Raum durchmessen, der uns von dem gemeinsamen Schwerpunkt, von der sogenannten Centralsonne trennt! Dazu bedürfte es nun freilich zunächst einer Kenntniß von der Parallaxe der Alcyone. Aber eine solche besitzen wir nicht; das Fernrohr erreicht diese Sterne nicht. So wollen wir versuchen, ob wir nicht durch Schlüsse und Rechnung erlangen, was die Beobachtung noch versagt.

Die Eigenbewegung der Alcyone oder vielmehr die darin abgespiegelte der Sonne, das ist die einzige Thatsache, auf welche wir unsere Schlüsse gründen sollen. Wir wissen also nur, unter welchem Winkel, von der Alcyone gesehen, die jährliche Fortbewegung der Sonne erscheint. Kennten wir auch die wirkliche Größe dieser Bewegung, vermöchten wir sie in Erdbahnhalbmessern auszudrücken, so könnten wir auch rückwärts schließen, unter welchem Winkel uns ein solcher

Digitized by Google

Erdbahnhalbmesser, von der Alcyone gesehen, erscheinen würde, und das wäre ja die Parallaxe der Alcyone. Wir müssen also zuvor auf anderem Wege eine Kenntniß von der wahren jährlichen Sonnenbewegung zu erlangen suchen. Dies wird uns gelingen, wenn wir von einem Stern aus, dessen wahren Abstand von der Sonne wir kennen, die jährliche Winkelbewegung der Sonne zu messen vermögen. Ein solcher Stern wäre nun etwa der bekannte 61ste im Schwan. Seine Parallaxe ist uns genau bekannt; sie beträgt 0,3483 Secunden. Er eignet sich

Schematische Darstellung des von der Milchstraße umfaßten Sternsystems; links seine Linsenform; a das Sonnensystem, c die Plejaden; rechts ein Durchschnitt in der Höhe der Milchstraße; A die Plejaden, B und C sternreiche Region, E Ort des Sonnensystems, D und G Ringe der Milchstraße, F und I brückenartige Verbindungen.

überdies besonders zu unserm Zwecke, da wir aus seinem scheinbaren Abstande von den Plejaden auf einen nahezu dem unserer Sonne gleichen wirklichen Abstand von den Plejaden schließen, also auch die wirkliche Fortbewegung dieses Sternes der unserer Sonne ziemlich gleich setzen können. Die jährliche Eigenbewegung des 61sten Sterns im Schwan, welche die Beobachtung zu 5,221 Secunden angiebt, würden wir nun unbedenklich für die unserer Sonne annehmen

Digitized by Google

können, wenn sie nicht durch unsere Stellung zu diesem Sterne wie durch eigene Fortbewegung nothwendig bedeutend verkürzt und entstellt erscheinen müßte. Die wahre Winkelbewegung der Sonne aber verlangt eine Beobachtung in gerader Richtung zum Mittelpunkt der Bewegung. Es ist nun in der That möglich, durch Rechnung den 61sten Stern des Schwans in eine solche Richtung zu verschieben und die wirkliche Winkelbewegung der Sonne, in dem Abstande dieses Sterns gesehen, zu ermitteln. Die Größe dieser Bewegung beträgt 4,4151 Secunden. Das Verhältniß dieser Winkelbewegung zur Parallaxe des Sterns ergiebt uns die wahre jährliche Fortbewegung der Sonne, in Erdbahnhalbmessern ausgedrückt. Wir erhalten dafür 12,67 Erdbahnhalbmesser oder 262 Millionen Meilen. Die Eigenbewegung der Plejaden haben wir aber als die treue Abspiegelung dieser Sonnenbewegung erkannt, und der kleine Winkel von 0,0582 Secunden, den wir dafür maßen, giebt uns damit den Winkel an, unter welchem jene 12,67 Erdbahnhalbmesser in der Entfernung der Plejaden gesehen werden. Die Eigenbewegung der Plejaden entspricht also der 12,67fachen Parallaxe dieser Sterngruppe, und diese Parallaxe selbst berechnet sich daraus auf 0,00457 Secunden. Eine solche Parallaxe aber ergiebt eine wirkliche Entfernung von 45 Millionen Sonnenweiten oder 943 Billionen Meilen, eine Entfernung, die das Licht in 715 Jahren durchläuft.

Welch ungeheure Entfernung ist das, in die wir den Schwerpunkt unseres Weltsystems setzen müssen! Und doch befinden wir uns sicherlich nicht an den Grenzen dieses Systems, doch stehen wir unzweifelhaft sogar der Mitte näher als den Grenzen. Eine Vergleichung dieser Entfernung des Schwerpunktes mit dem Abstande desselben von der Milchstraße und der Abweichung der letztern von einem größten Kreise führt uns zu einer annähernden Bestimmung des Halbmessers dieser Milchstraße. Wir erhalten dafür die schwindelnde Zahl von 4777 Lichtjahren.

Gewiß haben alle diese Zahlen nur einen zweifelhaften Werth, denn sie sind aus Bedingungen erschlossen, die an sich unsicher, zum Theil offenbar der Wahrheit widersprechend waren. Sie können nicht auf eine Geltung Anspruch machen, wie wir sie noch den Zahlen für die Parallaxe der Fixsterne, für die Bahnbewegungen der Doppelsterne selbst zugestehen durften; sie können am wenigsten mit den Zahlen, die wir in unserm Sonnensystem fanden, eine Vergleichung aushalten. Aber sie haben doch die Bedeutung, daß sie uns eine annähernde Anschauung von den Raum- und Formverhältnissen unseres großen Weltganzen gewähren, daß sie der Phantasie Schranken setzen in Räumen, in denen sie nur zu leicht einen Schauplatz für die wildesten Ausschweifungen findet.

Lassen Sie uns noch einen flüchtigen Blick auf dieses große Weltgebäude werfen, das wir aus Zahlen und Schlüssen aufgebaut haben. Sie sehen in der Mitte die sternreiche glänzende Gruppe der Plejaden. Durch sternarme Räume von ihr und unter einander geschieden, umgeben sie wechselnde Ringe sternreicherer Regionen, deren Ganzes eine flache, linsenförmige Schicht bildet, die von einem äußersten, scheinbar mit der Milchstraße zusammenfallenden Sternringe

Digitized by Google

begrenzt wird. Die Milchstraße selbst, welche nur sehr lichtstarke Fernröhre aufzulösen vermögen, besteht mindestens aus zwei hinter einander liegenden, fast concentrischen Ringen, deren sternarme Zwischenräume von brückenartigen Verbindungen durchbrochen sind. Der unaufgelöste Lichtschein, den auch die kräftigsten Instrumente noch hinter jenen Ringen lassen, zeigt, daß, was wir erblicken, noch immer nicht das Ganze ist, daß neue Ringe sich hinter jenen bergen. Freilich schätzte Herschel schon die Zahl der ihm sichtbar gewordenen Sterne auf mehr als 20 Millionen! Aber wenn jene Zahlen richtig sind, die wir für die Umlaufszeit der Sonne in ihrer Weltbahn, wie für ihren Abstand vom Schwerpunkt des Systems erlangten, jene $22^1/_4$ Millionen Jahre und jene 45 Millionen Sonnenweiten; so beträgt die Masse der sämmtlichen Sterne, welche allein diese Sonnenbahn einschließt, auf Grund der Kepler'schen Gesetze berechnet, $185^1/_2$ Millionen Sonnenmassen. Entweder also übertreffen die uns sichtbaren Sterne bei weitem unsere Sonne an Masse, oder es wird uns überhaupt nur eine verhältnißmäßig kleine Zahl der Welten sichtbar. Aber trotz dieser ungeheuern Zahl und Massensumme der Sterne ist die Dichtigkeit ihrer Vertheilung in dem weiten Raum dieses Fixsternsystems nicht im entferntesten zu vergleichen mit der Dichtigkeit der unserm Sonnensystem angehörigen Weltkörper. Mehr als 300mal größere Räume trennen hier die Welten von einander, und vielleicht gehören diese gewaltigen Zwischenräume mit zu den Grundbedingungen der Stabilität des großen Systems.

Jetzt aber treten Sie an die Grenzen dieser Welt, an die Grenzen der Milchstraße! Ein neuer unabsehbarer Ocean thut sich vor Ihnen auf. Es war nur eine kleine Insel, auf der Sie weilten, eine kleine Insel dieses gewaltigen, Millionen Welten umfassenden Reichs. Drüben über den dunklen Fluten des Oceans schimmern Ihnen die Küsten neuer zahlloser Inseln entgegen. Steuern Sie nur muthig hinüber zu jenen nebelnden Inseln der Ferne, — hinter Ihnen wird die große bewunderte Riesenwelt der Milchstraße in einen ähnlichen schimmernden Nebelfleck entschwinden!

Digitized by Google

Ringnebel in den Jagdhunden, nach Roſſe.

Siebentes Kapitel.

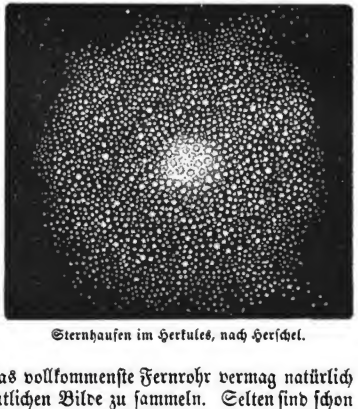
Die Nebelflecken und die Nebelſterne.

Tiefdunkle Nacht umgiebt uns. Da taucht am fernen Hintergrunde ein ſchimmerndes Wölkchen auf, jenen zarten, weißlichen Nebelflocken gleich, wie ſie bisweilen über den klarblauen Sommerhimmel hinſchweben. Das Nebelwölkchen wird allmälig lichter, es entfaltet ſich zu glänzenden Streifen und funkelnden Sternchen, bis es einem wunderbar geſtalteten Diadem voll prächtig ſchimmernden Edelſteine gleicht. Es erinnert Sie an die ſchönen Sterngruppen der Plejaden, der Hyaden, des Haares der Berenice, nur ſind die Lichtpunkte hier dichter, reicher. An ein Zählen iſt gar nicht zu denken. Auf einem kreisförmigen Raum von 8 Minuten Durchmeſſer oder kaum dem funfzehnten Theile der Vollmondſcheibe gleich, von der Erde geſehen, zeigen ſich mehr als 20,000 glänzende Sterne zuſammengedrängt. Solche glänzende Sternhaufen, wie Sie hier im Sternbilde des Herkules (S. 345) und im Sternbilde des Waſſermanns (S. 346. 1.) ſehen, ſind zahllos über den ganzen Himmel verbreitet, oft einem Haufen Goldſand gleichend, bisweilen in der Mitte von einem größeren, herrlich gefärbten Sterne, wie dem Rubin oder Smaragd in einem Diadem geſchmückt.

Getragen von den geiſtigen Schwingen, die ich Ihnen geliehen, ſind Sie in dieſe Fernen vorgedrungen, iſt es Ihnen gelungen, die ſchimmernden Nebel

Digitized by Google

in Sterne aufzulösen, und Sterne sind Welten! Der Astronom vollbrachte dieses Werk durch die Macht seiner Fernröhre; er zog die Wunder des Himmels zur Erde nieder und beraubte sie gewaltsam ihres verhüllenden Schleiers. Aber nicht immer vermag das Fernrohr den Zauberschleier zu zerreißen, den Nebel in Sterne aufzulösen. Seltsame Gestalten lockt es oft aus den Tiefen des Himmels herauf, bald runden Scheiben oder Ringen, bald langgestreckten Kometenschweifen und Fächern ähnlich, bald über viele Vollmondbreiten ausgedehnt, bald in einen einzigen Punkt zusammengedrängt — und Alles nur schimmerndes Licht, verschwimmender Nebel, nirgends ein einzelner Stern unterscheidbar! Wie aber einst die Geisterbeschwörer für die verschiedenen Klassen der Geister Zaubermittel und Beschwörungsformeln von verschiedenen Graden bereit hielten, so wußten auch die Astronomen diesen abenteuerlichen Gestalten mit immer stärkeren Mitteln zu Leibe zu gehen. Lord Rosse richtete sein gewaltiges 53füßiges Teleskop gegen sie, und siehe da, die wunderlichen Formen schwanden, die regelmäßigen Umrisse der Kreise, Ringe, Fächer, Kreuze, Fragezeichen, mit denen die geschäftige Phantasie bereits den Himmel bevölkert hatte, verschwammen in regellose Streifen und flockige Wolken, die gleichmäßigen Lichtnebel lösten sich in zahllose gedrängte Sterne auf. Wo aber auch dieses Riesenteleskop nicht ausreicht, da wird später ein vollkommeneres die Auflösung vollenden. Freilich hat diese Hoffnung, wie Sie wissen, für jetzt noch wenig Aussicht auf Erfüllung. Denn menschliche Kunst vermag hier allein nicht zu helfen. Die Atmosphäre der Erde bricht und zerstreut zum Theil das Licht der Gestirne, und das vollkommenste Fernrohr vermag natürlich nicht verworrenes Licht zu einem deutlichen Bilde zu sammeln. Selten sind schon die Nächte, welche eine 400malige Vergrößerung mit Vortheil gebrauchen lassen, obgleich eine doppelt und mehrfach so große zu Gebote stehen würde.

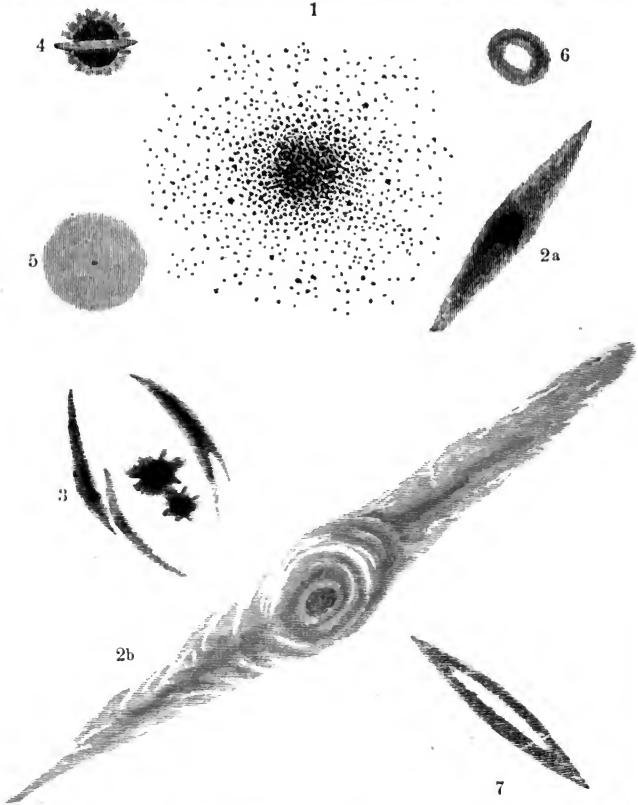


Sternhaufen im Herkules, nach Herschel.

Immerhin ist das Schauspiel, das sich Ihnen enthüllen wird, wunderbar genug. Jener Nebel dort in dem Sternbilde des großen Löwen (S. 346 Fig. 2a und b), den ein gutes Fernrohr uns nur als einen langgezogenen elliptischen Nebel mit hellem Kern zeigen würde, nimmt jetzt ein flockiges, fast spiralförmig gewundenes Ansehen an. Hier in den Zwillingen erblicken wir, einem Doppelnebel gleichend, zwei sternartig glänzende, fast einander berührende kleine Nebelflecke. Rosse's Teleskop zeigt uns diesen Nebel strahlenförmig auslaufend und gleichsam von einer zweiten Nebelhülle umflossen. (Fig. 3). Dort jenem Doppelnebel

Digitized by Google

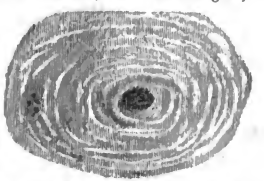
des großen Löwen nimmt der teleskopische Blick geradezu seine Doppelform, indem er den einen Kern in eine dichtgedrängte Sterngruppe auflöst und den andern



1. Sternhaufen im Wassermann, nach Herschel. 2a. Nebel im großen Löwen, nach Herschel. 2b. nach Rosse. 3. Doppelnebel in den Zwillingen, nach Rosse. 4. Nebel im Wassermann, nach Rosse. 5. Sternnebel im Stier, nach Herschel. 6. Ringnebel in der Leier, nach Herschel. 7. Ringnebel in der Andromeda.

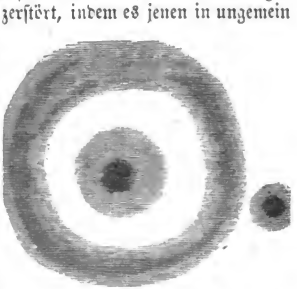
schwächeren Kern in den spiralförmigen Windungen des Nebels, welcher jenen

umgiebt, fast ganz verschwimmen läßt (s. unten stehende Abbild.). An andern Orten des Himmels werden Sie eigenthümliche, unsern Planetenscheiben ähnliche kleine Nebel, kreisförmige, scharfbegrenzte Scheiben mit gleichmäßigem Lichte erblicken. Aber auch sie verlieren durch die auflösende Kraft eines Rosse'schen Teleskops ihre Gleichförmigkeit; ihre Scheiben laufen strahlenförmig in Spitzen aus, wie Sie es dort an dem feinen bläulichen Nebel im Wassermann sehen (Fig. 4). Aehnliches widerfährt jenen runden Nebelmassen, die bisweilen, wie im Sternbild des Stiers (Fig. 5), hellglänzende Fixsterne umgeben, bald drei und mehr Sterne und ganze Sterngruppen umfließen, oder wie lange schmale Bänder zu einem Ganzen verknüpfen. Endlich erblicken Sie unter diesen seltsamen Gestalten des Himmels auch ringförmige Nebel. Wie ein über einen Reifen gespannter duftiger Schleier erscheint Ihnen ein solcher im Sternbild der Leier (Fig. 6), wie ein feiner hohler Nebelstrahl ein anderer in der Andromeda (Fig. 7). In dem Sternbilde der Jagdhunde sehen Sie sogar einen runden, lichten Kern von einem concentrischen, zum Theil doppelten Nebelring umgeben. Aber auch diese Wunder, in denen die Phantasie bereits die Abbilder oder auch Urbilder unseres Saturnringes erkennen wollte, hat das Rosse'sche Teleskop zerstört, indem es jenen in ungemein kleine Sterne auflöste, diesen als einen strahligen Kern zeigte, von dem nach allen Richtungen spiralförmige, von kleinen Sternen erfüllte Windungen ausgehen.



Doppelnebel im großen Löwen, nach Rosse.

Alle Pracht und Seltsamkeit dieser Bilder ist aber nichts gegen die Fülle der Wunder, welche der einzige Orionnebel (s. S. 348) umschließt. Fast in Vollmondgröße breitet er sich dort in der Nähe der glänzenden Sterne des Jakobsstabes aus, und das bloße Auge erkennt ihn deutlich in klarer Sternnacht. Wenn aber das Fernrohr den Schleier hinwegzieht, der ihm jene Tiefen geheimnißvoll verhüllt, dann entfaltet er, was nur immer Seltsames in Gestaltung und Lichtwechsel gedacht werden mag. Dem geöffneten Rachen eines Thieres verglichen die älteren Astronomen seine äußere Gestalt; die geschärfte Kraft des Fernrohrs hat dieses Bild bereits verwischt. Während einzelne Stellen dieses Nebels gleichsam in beweglichen Flammen lodern, zeigen andere sich in scharfer Begrenzung auf tiefschwarzem Grunde. Auf solch dunklem Grunde bilden in der Mitte des Nebels vier helle Sterne ein fast regelmäßiges Viereck, das sogenannte Trapez. Durch den flockigen Nebel, der es umgiebt, blitzen zahlreiche kleine Sterne hervor, und rings um ihn



Ringnebel in den Jagdhunden, nach Herschel.

Digitized by Google

und ſeine Streifen und Zweige ſchimmern in düſterem Lichte viele Tauſende von Sternchen. Oft glaubte man allerlei ſeltſame Vorgänge in dieſer Nebelwelt zu gewahren und neue Sterne aus der gährenden Weltenmaterie ſich ballen zu ſehen, weil man plötzlich Sterne in ihr entdeckte, die kein Beobachter vorher be-

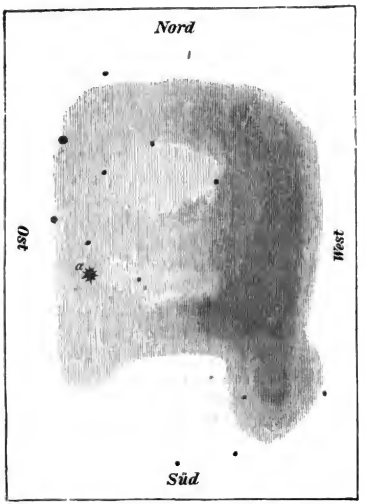
Der Orionnebel nach Bond.

merkt hatte. Seit aber Roſſe's Teleſkop auch dieſen Nebel in Millionen von Sternen aufgelöſt hat, mußte man auf jene Wunder verzichten und ſie als einen Beweis hinnehmen, wie ſtreng das Geſehene durch die Mittel des Sehens

Digitized by Google

bedingt ist. Jedes neue Fernrohr wird diesem Nebel neue Gestaltung und neue Sterne geben.

Die eigentliche Heimat des Nebels ist der südliche Himmel, derselbe, den das prachtvolle Kreuz, der Sirius und der Canopus schmücken. Dort in der Nähe des Himmelspoles wird der Blick von einem milchstraßenartigen Lichtglanz gefesselt, der sich über einen Raum von 12 Vollmondbreiten im Durchmesser ausbreitet. Es ist der Abglanz einer wunderbaren Vereinigung von Sternen und Nebelflecken, die man die große Magellanische oder Kapwolke nennt, und die schon den Arabern des Mittelalters unter dem Namen des „weißen Ochsen", den sie von ihrer Gestalt entlehnt hatten, bekannt war. John Herschel zählt in ihr allein 582 größere Sterne, 291 Nebelflecken und 46 Sternhaufen.



Die große Kapwolke, mit freiem Auge gesehen.

Viele Tausende von Nebeln hat die zerlegende Kunst des Astronomen bereits in dichtgedrängte Sternhaufen aufgelöst und reiche Welten in ihnen kennen gelehrt, die vielleicht weit jenseits unserer Milchstraße schweben. Aber immer noch bleiben andere Tausende zurück, die der auflösenden Kraft des Fernrohres trotzten, die ihre Nebel- und Wolkengestalt behaupteten. Gar leicht aber ist der Mensch geneigt, seine eigene Schwäche und die Mängel seiner Werkzeuge auf die Wirklichkeit überzutragen. Weil er manche Nebel nicht auflösen konnte, meinte er gern, sie seien wirkliche Nebel, und wenn ein vollkommeneres Fernrohr ihm die alten Nebel löste, so zauberte es ihm dafür neue, an denen seine Phantasie ihr Spiel wiederholen konnte.

Wir dürfen es darum dem großen William Herschel nicht zu hoch anrechnen, wenn er in solchen Nebelgebilden den leuchtenden Urstoff sah, aus welchem noch heute die Natur ihre Sonnen und Sonnensysteme schaffe. Seiner kühnen Phantasie erschien das ganze Weltall als ein großer Weltengarten, in dem die Welten gleich Blumen und Bäumen neben einander keimen, blühen und vergehen. Und wie nicht plötzlich dieser Garten aus dem Nichts hervorging, wie er nur allmälig in ununterbrochenem Bildungsprozesse zu Dem ward, was er jetzt ist,

Digitized by Google

so sollten wir darin noch heute alle Stufen der Entwickelung neben einander sehen. Hier sind Welten und Weltsysteme im Keimen, durch ähnliche Lichtmassen, in denen aber die Stoffe noch ungeschieden, chaotisch gemischt sind, formlos, phantastisch gestaltet und über ungeheure Räume verbreitet. Dort ist jener Urnebel bereits zerrissen und durch Anziehung an einzelnen Stellen der Anfang zur Verdichtung gemacht. Die Umrisse sind noch unbestimmt und verwaschen, aber das Licht erscheint schon kräftiger. Hier ist die Verdichtung nach einem Punkte hin schon mächtiger vorgeschritten; dort hat sich der Nebel schon zur Kugelform gerundet, und sein heller Mittelpunkt nähert sich bereits dem Sternenlichte. Hier verknüpft ein Nebelband zwei solcher Gebilde, als wolle die Natur einen Doppelstern zeugen. Dort zieht komentenartig ein Nebelschweif dem Sterne nach, weil der eine Stern gleichsam im Streit um den Urstoff den andern überwunden hat und nun ihn vernichtet. So währt der Kampf der Entwickelung fort, bis alle Nebel verschwunden, und die neuen Sonnen im reinsten Lichtglanz strahlen.

Gewiß ist es ein schönes und erhabenes Spiel der Phantasie, das in solcher Weise Welten sich durch dieselbe anziehende und formende Kraft der Natur im Großen bilden läßt, wie der Regentropfen, der aus den Wolken fällt, oder die Thauperle, die im Blütenkelche funkelt, sich im Kleinen bildet! Wie die Dunstbläschen des Nebels sich zusammenziehen, verdichten und in Kugeln ballen, um das innere Gleichgewicht herzustellen, und wie sie, von der Schwere gezogen, endlich als Tropfen niederfallen, so bildete sich vor Myriaden von Jahren aus dem Urnebel des Chaos unsere Erde und die Sonne mit all ihren Planeten und die Milchstraße mit ihren Millionen von Sonnen und die Tausende von Milchstraßen in den Räumen der Unendlichkeit, und in der Unendlichkeit sind diese Sonnen und Milchstraßen nicht größer als die Wassertropfen und die Thauperlen, die eine Sommernacht zu Millionen zaubert!

Aber die ernste Wissenschaft, die schon so manches Phantasiegebilde zerstörte, vernichtet auch dies mit rauher Hand. Wären es Reste des Chaos, die wir in jenen weit verbreiteten Nebeln sehen, wirklich dunstartige Nebelmassen, wie vermöchten sie jene unregelmäßigen, oft abenteuerlichen Gestalten zu behaupten, dem Gesetze der Schwere gegenüber, das durch die gegenseitige Anziehung ihrer Theile sie längst gezwungen hätte, rundliche Formen anzunehmen? Nur geballte, selbständige Welten und Systeme solcher Welten vermögen sich in solchen Formen zu erhalten, und solcher Systeme zeigt uns ja das Fernrohr mit jedem Grade seiner Verbesserung neue. Wol mag die Welt keine fertige und in sich abgeschlossene sein, wol mag das Leben dort noch fort und fort entwickeln und bilden; aber das Auge des Menschen, das erst seit wenigen Jahrhunderten zu schauen gelernt hat, sieht nichts von diesen ungeschaffenen Welten und diesem schaffenden Leben. Die vermeinten Chaostrümmer sind Welteninseln gleich unserer eigenen, von der Milchstraße umschlossenen Fixsternwelt.

Das ist ein kühner Gedanke, kühner wol als jenes Bild der Phantasie! Aber der Gedanke läßt sich prüfen. Daß die Welt, der wir angehören, daß die Milchstraße, die unsere heimatliche Insel im Ocean der Unendlichkeit begrenzen

Digitized by Google

soll, eine Gruppe von vielen Millionen von Sternen sei, das kann Ihnen nicht mehr zweifelhaft sein. Sie werden es vielleicht auch noch dem Astronomen glauben, daß der Lichtstrahl, um diese Welt zu durchfliegen, 8—9000 Jahre gebraucht. Aber begeben wir uns nun in jenes Jenseits hinaus und schauen auf diese verlassene heimatliche Sterngruppe zurück. Erheben wir uns auf den Schwingen des Gedankens über die Ebene der Milchstraße nur um eine Entfernung, die der Länge ihres Durchmessers gleich kommt. Die verlassene Welt wird uns als eine runde leuchtende Scheibe von einem Durchmesser von 60 Graden, also ungefähr dem Sternbilde des großen Bären gleich erscheinen, in der Mitte der zunehmenden Dicke immer heller leuchtend, nach außen von zwei schönen milchartigen Ringen umgeben und dazwischen wechselnde dunklere und hellere Ringe. Aber kein Auge würde in diesem Schimmer noch einzelne Sterne erkennen, und ein starkes Fernrohr nur würde die einzelnen leuchtenden Pünktchen unterscheiden. Schreiten Sie weiter hinaus, noch zehnmal so weit in den Weltenraum, und diese Scheibe wird schon zu einem schimmernden Nebelfleck von $5^1/_2$ Grad im Durchmesser zusammenschrumpfen, also kaum den Raum der Hyaden an unserm Himmel einnehmen. Endlich in hundertfacher Entfernung werden Sie nur noch den matten Schimmer eines Nebelflecks von der Größe des Orionnebels gewahren, und kein Teleskop würde ihn noch in Sterne aufzulösen vermögen. Dieses Nebelwölkchen wäre aber dennoch unsere herrliche Milchstraße mit ihren Millionen Sonnen.

So mögen auch jene Lichtnebel in den Tiefen des Himmels andere Milchstraßen, andere Weltensysteme sein! So mag auch jener schöne elliptische Nebel im großen Löwen, den selbst Rosse's Teleskop nicht aufzulösen vermochte, eine solche reiche Sternwelt sein, vielleicht von derselben Größe wie unsere Milchstraße, dann aber, da er uns nur unter einem Winkel von vier Minuten erscheint, um das 1700fache seines Durchmessers, d. h. freilich um 16 Millionen Lichtjahre von uns entfernt. Welch eine vergrößernde Kraft hieße es von unsern Fernröhren verlangen, wenn wir diesen Nebel auch nur in derselben Deutlichkeit sehen wollten, wie wir unsere Milchstraße mit bloßen Augen erblicken! Weit haben wir es gewiß bereits gebracht, da wir doch, trotz des lichtschwächenden Einflusses der Atmosphäre, in manchem Nebelfleck mehr als 20,000 Sterne aufzudecken vermögen, 4—5mal mehr, als das unbewaffnete Auge ringsum am ganzen Himmelsgewölbe unter den Millionen von Sternen unterscheidet! Aber viele Tausend mal noch müßten wir unsere Sehkraft verschärfen, ehe von jenen fernen Welten, wie groß sie auch sind, wenn sie um das Vieltausendfache ihrer Größe von uns abstehen, etwas mehr als der Nebelschimmer ihres vereinigten Glanzes zu uns gelangt.

Welche Unendlichkeit sehen Sie vor dem schwindelnden Blick aufgethan! 9554 Jahre sollte das Licht schon gebrauchen, um die Räume unserer Fixsternwelt zu durcheilen, und Millionen eben solcher Welten tauchen nun in den Tiefen des Raumes auf! Die einst unermeßlich erscheinende Welt wird zu einem Punkte in einem neuen Systeme. Und dennoch vermögen wir der

Digitized by Google

Versuchung nicht zu widerstehen, auch diese Unendlichkeit mit unsern Gedanken zu durchmessen.

Sind jene Nebelbilder nur ein Abglanz ferner, selbständiger Weltensysteme, so müssen auch ihre Abstände von einander bedeutend genug sein, um sie gegen störende oder gar ihr Bestehen bedrohende gegenseitige Einwirkungen zu schützen. In der kleinen Weltordnung unseres Sonnensystems sehen wir darum ihre einzelnen Glieder mindestens durch Räume von einander getrennt, welche hundertmal ihre Durchmesser übertreffen. Sind wir nun berechtigt, vom Kleinen auf das Große zu schließen, so dürfen wir ähnliche Zwischenräume auch für die einzelnen, zu einer großen Gesammtordnung vereinigten Weltensysteme annehmen. Ein Blick auf die Entfernungsverhältnisse der Fixsterne macht uns dazu Muth. Wie weit auch die Kometen in den Himmelsraum hinausschweifen mögen, keiner von ihnen dürfte sich nach unsern bisherigen Erfahrungen über 800—900 Erdweiten von der Sonne entfernen. Reichte aber auch die äußerste Grenze unseres Sonnensystems doppelt so weit, dem nächsten Fixsterne bliebe noch immer eine weit über hundertmal größere Ferne. Sollte nun eine solche Ordnung auch für den großen Zusammenhang jener nebelhaft schimmernden Weltensysteme gelten, sollte auch die nächste jener Welten um das Hundertfache ihres Durchmessers von unserer Milchstraßenwelt entfernt sein, so würde sie uns, wäre sie von der Größe dieser Milchstraßenwelt, in der Größe von 34 Minuten am Himmel erscheinen. Unter diesem Winkel aber erblicken wir in der That jene großen und nächsten Nebel, wie den Oriounebel, und zu ihnen würde also der Lichtstrahl von unserer Erde 900,000 Jahre unterwegs sein. Aber noch zehn- und hundertfach kleinere Nebelbilder sehen Sie über den ganzen Himmelsraum verbreitet, am reichsten in der Nähe der Jungfrau und unweit des Südpols in der Gegend der Magellanischen Wolken, und diese Nebel umfassen oft kaum wenige Secunden an Raum. Wenn auch sie unserer Fixsternwelt gleichen, wenn auch sie immer wieder durch ähnliche Räume von den Nachbarwelten getrennt sind, welches Maß ergiebt sich dann für diese entlegensten Weiten! Der Lichtstrahl — und er allein könnte hier noch messen — er würde von einem Sternhaufen, der uns in einem Durchmesser von 20 Secunden erschiene, den Weg zu uns erst in 90 Millionen Jahren finden!

Wir sind in der That hier an den Grenzen — nicht des Universums, aber unseres Wissens angelangt. Aber auch in diesen Grenzen, wo die Zahlen selbst den Dienst versagen, auch in dieser Unermeßlichkeit, wo Riesenwelten zu Punkten schwinden, besteht die Ordnung ewigen Gesetzes. Auch jene Welten in den Tiefen des Raumes ordnen sich wol zu einem andern großen Systeme, und dasselbe Naturgesetz, das den Mond um die Erde, die Planeten und Kometen um die Sonne, die Millionen Sonnen um ihre vermeintliche Centralsonne führt, führt auch die Weltensysteme um ihr Centralsystem auf vorgeschriebenen Bahnen und in gemessenen Zeiten. Wo die Anziehung Körper verknüpft, da giebt es einen Schwerpunkt, und ob dieser in einer überwiegenden Masse, in einer Sonne liegt, oder ob er zwischen Tausenden gleichwirkender Massen, ein

Digitized by Google

Gedanke im Raume, schwebt; immer ist er das Symbol des Ewigen in dem Wechselnden und Zufälligen, der Vernunft in den scheinbar todten Massen.

Die Nebel haben sich zu einem deutlichen Bilde gestaltet. Eine reiche, geordnete Welt ist aus der tiefen Nacht des Himmels jenseits der Milchstraße aufgetaucht. Dies Bild aber ist mehr als ein gaukelndes Trugbild unserer Phantasie. Denn gar gefährlich ist es in jenen Räumen, sich ohne Zaum und Zügel ihren Schwingen anzuvertrauen. Sicher schreitet dort allein die bedächtige Wissenschaft. Wer ohne sie hinausstürmt in den Himmelsraum, der träumt, und wäre er ein Kepler oder Newton. Aber nicht Jeder besitzt dann die bescheidene Selbsterkenntniß des 83jährigen Newton, welcher, aufgefordert, seine Muthmaßungen über die Welt des Himmels, die er in der Rebseligkeit des Alters ausgeplaudert hatte, zu veröffentlichen, erklärte: „Ich lege keinen Werth auf Muthmaßungen!“ Daß es aber nicht gleichfalls nur eine solche Muthmaßung war, die uns den Himmelsraum mit Welten erfüllen und in den schimmernden Nebelbildern ferne Weltensysteme erblicken ließ, dafür bürgt uns freilich nur eine einzige Thatsache, aber diese ist eine vollgültige: die Allgemeinheit des Naturgesetzes, die Allgemeinheit des Gesetzes der Anziehungen.

Wir standen an den Grenzen, an welchen der Menschengeist noch für Jahrhunderte seine Schritte gehemmt sehen wird! Wir blickten in eine Geschichte, gegen welche die menschliche gleich einer Secunde verrinnt. Die Sehnsucht nach der Heimat regt sich wieder. Wohlan, derselbe Gedanke, der uns Milchstraßensysteme zu kleinen Inseln, Sonnensysteme zu Punkten zusammenschmelzen ließ, derselbe Gedanke kann uns auch diese Punkte wieder erweitern und aus der dunkeln Tiefe die freundliche Heimat heraufzaubern!

Schluss.

Rückkehr zur Erde.

Der Frühling hatte sich auf die Erde niedergesenkt, als wir von unsern langen und fernen Ausflügen in den Himmelsraum heimkehrten. Blumen sproßten bereits aus den grünenden Fluren, und es war, als ob die Sterne, die wir verlassen, auf dem heimatlichen Boden verjüngt wieder aufgehen wollten. Da standen wir nun zum letzten Male vereint unter dem Sternhimmel, und Wehmuth ergriff uns in diesem Augenblicke des Scheidens.

„Erinnern Sie sich jener schönen Sommernacht“, wandte ich mich zu meinen scheidenden Freunden, „in der wir den ersten Gedanken zu diesen Wanderungen durch den Himmelsraum erfaßten! Wie trüb, wie eng war damals Ihr Blick, wie wenig begriffen Sie, daß man am Himmel lesen könne! Sie haben seitdem sehen gelernt, Ihr Auge, Ihre Anschauung, Ihr Gedankenkreis hat sich erweitert.

Digitized by Google

Welche Fülle von Erfahrungen und Erlebnissen liegt zwischen jener Nacht und heute! Aber lassen Sie den Schatz dieser Erfahrungen nicht vermodern, wie es jene Touristen zu thun pflegen, vor deren Beispiel ich Sie so oft gewarnt.

Tragen Sie die fremde Welt mit all ihrem Reichthum in Ihr inneres Leben hinein, lernen Sie aus jenen Sitten, regeln Sie Ihr eigenes Denken und Handeln nach jenen Gesetzen! Sichern Sie dann das Glück des Sehens, das Sie genossen, auch Andern! Helfen Sie die Nebel zerstreuen, welche den innern Sinn der Menschen noch verhüllen, und der Schleier wird auch von den äußeren Sinnen mehr und mehr fallen. Schaffen Sie der Wissenschaft die Mittel und die Freiheit, immer kühner ihre Schwingen in den Himmel zu erheben!

Eine neue Welt hat sich Ihnen eröffnet. Ein Band des innigsten Interesses wird Sie fortan mit dieser Welt verknüpfen, und Sie werden Theil nehmen an den Ereignissen des Himmels, wie an den Siegeszügen der Wissenschaft auf diesen fernen Gebieten.

Alljährlich sendet die Wissenschaft, wie in die Wüsten und Sümpfe Innerafrikas oder Australiens, zu den Felsenhöhen des Himmalaja oder in die eisige Nacht der Polarländer, so auch in die Tiefen des Himmels Forscher und Entdecker hinaus. Wenn der Hinausziehende bereits einen glänzenden Namen mit sich nimmt, dann harrt wol in ähnlicher Spannung die gebildete Welt seiner Heimkehr, wie den Berichten eines Barth oder Vogel, eines Schlagintweit oder Kane. Wenn ein Herschel oder Rosse ihre Riesenteleskope aufstellen, wenn ein Bessel oder Mädler sich mit der Schärfe der Beobachtung und Rechnung zu einem Eroberungszuge in den Himmel rüsten, wenn ein Leverrier den wunderbar prophetischen Blick seiner Rechnung in das Leere versenkt, um das Unbekannte an seinen Wirkungen hervorzuziehen; dann verspricht man sich wol mit Recht von der Heimkehr solcher Forscher glänzende Siege für das Reich des Gedankens. Ich habe Ihnen bereits von manchem solcher Eroberungszüge der Wissenschaft berichtet und Ihnen die Denksteine am Himmel gezeigt, welche Namen und Thaten der Ewigkeit bewahren. Aber der Raum für solche Thaten ist noch unendlich groß; dem Auge ist hier noch viel zu erschließen und mehr noch dem Gedanken. Heute im Augenblick des Scheidens sei es mir vergönnt, Ihnen noch von der jüngsten und kühnsten dieser Forscherthaten zu berichten, die freilich noch nicht abgeschlossen und durch kein sichtliches Denkmal am Himmel bezeichnet ist.

Die „Astronomie des Unbekannten", welche durch die Rechnung entdeckt, was dem Auge verborgen war und selbst für Jahrhunderte, ja vielleicht für immer verborgen bleiben muß, ist, wie Sie wissen, das Werk Leverrier's. Er war hinausgezogen, um die Anziehungserscheinungen unserer Planetenwelt über die Grenzen des Sichtbaren zu verfolgen, und aus den störenden Wirkungen, die er im Laufe des Uranus erkannte, hat er das Dasein des Neptun erschlossen. In ähnlicher Weise hat er neuerdings in die Mitte unseres Systems, in die Nachbarschaft der Sonne vorzudringen versucht. Hier war es der Merkur, bisher der nächste Nachbarplanet der Sonne, der durch Unregelmäßigkeiten in seinem Laufe die Aufmerksamkeit des scharfsinnigen Astronomen auf sich zog.

Digitized by Google

Sie wissen, daß der Merkur allein in seinen Durchgängen durch die Sonnenscheibe eine genaue Beobachtung gestattet, und 21 solche Durchgänge sind nun bereits in den letzten anderthalb Jahrhunderten mit größter Sorgfalt beobachtet worden. Leverrier verglich diese Beobachtungen mit den Resultaten, welche die Rechnung für den Lauf dieses Planeten angiebt, und erkannte so bedeutende Abweichungen, daß sie sich unmöglich aus bloßen Beobachtungsfehlern erklären ließen und unabweislich auf gewisse noch unbekannte Einflüsse hindeuteten, die bisher bei der Berechnung der Bewegungen des Planeten unberücksichtigt geblieben waren. Mit einem Worte, es war die Annahme eines den Merkur störenden unbekannten Planeten nahe gerückt, und es galt nun, diesen selbst, seine Masse und Bahn aufzufinden.

So kühn dieser Schluß erscheint, so werden Sie sich doch überzeugen, daß ein anderer Ausweg nicht denkbar blieb. Sie wissen, daß durch die sogenannten Störungen die sämmtlichen Elemente einer Planetenbahn, mit Ausnahme der Länge der großen Axe, verändert werden. Besonders auffallend ist die Aenderung, welche die Lage des Punktes der größten Sonnennähe, die Länge des Perihels erleidet, indem die große Axe der Bahn sich gleichsam langsam von Westen nach Osten um die Sonne dreht. Bei der Merkursbahn beträgt diese Drehung unter dem Einfluß sämmtlicher bekannten Planetenanziehungen 584 Secunden im Jahrhundert. Leverrier aber wies nach, daß diese Bewegung um 38 Secunden vergrößert werden müßte, um alle jene auffallenden Abweichungen zwischen Beobachtung und Rechnung auszugleichen. Welcher unbekannten Kraft sollte nun diese Vergrößerung zugeschrieben werden, die ja dem funfzehnten Theil der gesammten störenden Wirkung gleichkommt? Sollte die Venus der störende Körper sein, dann hätte man ihre Masse bisher um $^1/_{10}$ zu klein angenommen. Aber diese Masse ist aus den störenden Wirkungen, welche sie auf die Erde ausübt, ermittelt, und diese sind so außerordentlich genau bekannt, daß die Annahme bedeutender Fehler hier geradezu unmöglich wird Nur ein unbekannter Planet also kann im Besitz jener störenden Kraft sein, und zwar muß dieser Planet, da er seine Störungen nicht auch auf die Venus erstreckt, zwischen Merkur und Sonne gesucht werden.

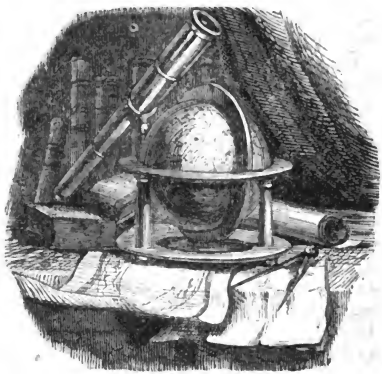
Leverrier hat den neuen Planeten gesucht, allerdings nur mit der Spitze der Feder, wie einst den unbekannten Neptun. Er setzte ihn auf Grund des sogenannten Titius'schen Gesetzes in einen Abstand von $3^1/_2$—4 Millionen Meilen von der Sonne, und da zwischen Entfernung und Masse ein bestimmtes Verhältniß besteht, so fand er seine Masse der Merkursmasse nahezu gleich. Aber noch ist das Fernrohr dem Zuge der Feder nicht gefolgt; noch hat trotz seines nicht zu bezweifelnden Glanzes kein Auge den Nachbar der Sonne entdeckt. Leverrier fürchtet, daß er überhaupt dem Auge sich nie zeigen werde, da statt eines einfachen Planeten wahrscheinlich ein ganzer Schwarm von Planetoiden an dieser Stell esich bewege, ähnlich dem zwischen Mars und Jupiter. Dann freilich wird nur die sorgfältigste Beobachtung von Sonnenflecken und Sonnenfinsternissen es möglich machen, einmal diese kleinen Welten, sei es als schwarze

Digitized by Google

Scheibchen oder als funkelnde Lichtpünktchen, zu erblicken, und es wird die nächste Aufgabe der spähenden Astronomen sein, durch tägliche photographische Aufnahmen der Sonnenscheibe gleichsam eine fortlaufende Geschichte derselben festzustellen, um die gesetzlich vorüberwandelnden Weltkörper von den Vorgängen auf der Sonnenfläche selbst zu scheiden. Vielleicht gelangt nie das physische Auge zum Schauen dieser Welten, und doch sind sie durch die Rechnung bewiesen; unsichtbar, aber nicht wirkungslos, werden sie aufgenommen in den großen Weltenverband, seine Grenzen nach innen vertiefend, wie der durch gleiche That eroberte Neptun sie nach außen hinausschob.

Solche Eroberungszüge des wissenschaftlichen Geistes, von deren jüngstem ich Ihnen hier berichtete, sind freilich anderer Natur, als die bescheidenen Wanderungen, auf denen ich Sie geleitete. Was Sie aus jener Ferne mit sich bringen, ist auch reicher Gewinn, aber vor Allem für Sie selbst, für Ihre Anschauung.

Schöner, reicher, heller entfaltet sich die Heimat vor Ihnen, erkannt im Lichte des Jenseits. Mit innigeren Banden werden Sie sich an sie geknüpft sehen als je. Wenn aber einst wieder Tage kommen sollten, wo Sie vielleicht einem trüben Horizonte Ihres Lebens zu entfliehen, die Lust zu neuen Ausflügen in den Himmelsraum anwandelt, zu den Sternen, die unverlöschlich in Ihr Leben hinabstrahlen; dann werden Sie andere Führer finden, die Ihnen vielleicht noch weiter die Pforten des Himmels öffnen, Sie noch sanfter durch die unermeßlichen Räume tragen, noch anziehender in den fernen Oeden unterhalten werden! Gedenken Sie dann gleichwol freundlich dieser gemeinsam verlebten Stunden und des Führers, der Sie wenigstens gewissenhaft durch die Wunder des Himmels geleitete."



Schluß des Werkes.

Digitized by Google

Uebersichtstabellen zu Ale's „Sternenhimmel."

Tabelle I. Der Mond.

Siderische Umlaufszeit	27 Tage 7 St. 43′11″,5
Tropische Umlaufszeit	27 „ 7 „ 43′ 4″,7
Synodische Umlaufszeit	29 „ 12 „ 44′ 2″,9
Mittlere Länge am 0 Jan. 1800 Greenwicher Zeit	335° 43′ 26″,71
Mittlere tägliche tropische Bewegung	13° 10′ 35″,028598
Excentricität der Mondbahn	0,05490307
Länge des Perigäums	225° 23′ 53″,06
Länge des aufsteigenden Knotens	33° 16′ 31″,15
Neigung der Mondbahn gegen die Ekliptik	5° 8′ 40″,21
Neigung des Mondäquators gegen die Ekliptik	1° 28′ 25″
Wahrer Durchmesser des Mondes in Meilen	469,2 Meilen
Wahrer Durchmesser des Mondes in Erddurchmessern	0,264
Horizontal-Parallaxe d. Mondes in mittlerer Entfernung	57′ 2″,06
Mittlere Entfernung des Mondes vom Mittelpunkt der Erde in Erdhalbmessern	60,2778
Mittlere Entfernung des Mondes vom Mittelpunkt der Erde in geographischen Meilen	51804,96
Masse des Mondes im Verhältniß zur Erdmasse	1/79,667

Tabelle II. Die Jupitersmonde.

Mond.	Siderische Umlaufszeit.	Mittl. Entfernung v. Mittelpunkt d. Jupit. in Jupitershalbmessern.	Wahrer Durchmesser in Meilen.	Masse (die Jupitersmasse = 1)	Dichtigkeit (die des Jupiter = 1)
I.	1 Tage 18 St. 27′ 33″,506	6,05	529	0,00000173281	0,93
II.	3 „ 13 „ 14′ 36″,393	9,62	475	0,00000232355	1,55
III.	7 „ 3 „ 42′ 33″,362	15,35	776	0,00000884972	2,21
IV.	16 „ 16 „ 31′ 49″,702	26,00	664	0,00000426591	1,46

Tabelle III. Satelliten des Saturn.

Satellit.	Siderische Umlaufszeit. Tg.	St.	M.	S.	Mittl. Entfernung v. Mittelpunkt des Saturn in Saturnshalbmessern.
1. Mimas	0	22	37	23	3,36
2. Enceladus	1	8	53	7	4,31
3. Thetis	1	21	18	26	5,34
4. Dione	2	17	41	9	6,84
5. Rhea	4	12	25	11	9,55
6. Titan	15	22	41	25	22,14
7. Hyperion	21	7	7	41	28,00
8. Japetus	79	7	53	40	64,36

Tabelle IV. Satelliten des Uranus.

Satellit.	Siderische Umlaufszeit. Tg.	St.	M.	S.	Mittl. Entfernung v. Mittelp. d. Uranus in Uranushalbmessern.
1.	2	12	28	48	7,44
2.	4	3	27	22	10,37
3.	5	21	25	55	13,12
4.	8	16	55	12	17,01
5.	10	23	3	50	19,85
6.	13	11	6	43	22,75
7.	38	1	48	—	45,51
8.	107	16	39	22	91,01

Digitized by Google

Tabelle V. Bahnelemente

Planet.	Mittlere Entfernung von der Sonne.	Excentricität.	Siderische Umlaufszeit.	Mittlere tägliche tropische Bewegung.
Merkur . .	0,3870938	0,2056163	87,96846 Tage	14732,553 Sec.
Venus . . .	0,7233317	0,00686182	224,70078 „	5767,808 „
Erde . . .	1,0000000	0,01677120	365,25636 „	3548,330 „
Mars . . .	1,523691	0,0932168	686,97964 „	1886,656 „
Ariadne . .	2,1990	0,1575	1191,11 „	1088,20 „
Flora . . .	2,20139	0,156704	1193,01 „	1086,469 „
Harmonia .	2,26584	0,04608	1245,78 „	1040,45 „
Melpomene .	2,29554	0,217051	1270,35 „	1020,326 „
Victoria . .	2,33468	0,218255	1302,98 „	994,776 „
Euterpe . .	2,34642	0,173861	1312,82 „	987,322 „
Vesta . . .	2,36056	0,090181	1324,71 „	978,465 „
Urania . .	2,36559	0,126397	1328,95 „	975,345 „
Nemausa . .	2,3779	0,628	1339,34 „	967,77 „
Metis . . .	2,38541	0,123889	1345,68 „	963,218 „
Iris . . .	2,38673	0,230755	1346,80 „	962,419 „
Daphne . .	2,4003	0,2025	1358,34 „	954,25 „
Phocäa . .	2,40067	0,253126	1358,62 „	954,048 „
Massalia . .	2,40906	0,143680	1365,74 „	948,982 „
Hebe . . .	2,42519	0,201802	1379,48 „	939,621 „
Isis . . .	2,4339	0,2229	1386,91 „	934,59 „
Lutetia . .	2,43523	0,161634	1388,06 „	933,813 „
Fortuna . .	2,44304	0,158426	1394,75 „	929,340 „
Parthenope .	2,45185	0,099508	1402,29 „	924,340 „
Hestia . . .	2,4569	0,1226	1406,62 „	921,50 „
Thetis . . .	2,47330	0,127802	1420,73 „	912,343 „
Amphitrite .	2,55447	0,072500	1491,25 „	869,207 „
Asträa . . .	2,57651	0,189992	1510,58 „	858,086 „
Egeria . . .	2,57686	0,087084	1510,92 „	857,907 „
Pomona . .	2,58298	0,095624	1516,28 „	854,086 „
Irene . . .	2,58526	0,168713	1518,29 „	853,730 „
Kalypso . .	2,6129	0,1803	1542,70 „	840,22 „
Thalia . .	2,62588	0,235395	1554,21 „	834,001 „
Fides . . .	2,64215	0,174893	1568,70 „	826,313 „
Eunomia . .	2,64369	0,187899	1570,05 „	825,587 „
Virginia . .	2,6510	0,2872	1576,56 „	822,18 „
Proserpina .	2,65604	0,087522	1587,17 „	819,839 „
Juno . . .	2,66861	0,256535	1592,30 „	814,052 „
Nysa . . .	2,6769	0,4534	1599,70 „	810,29 „
Circe . . .	2,68830	0,108252	1609,98 „	805,126 „
Eugenia . .	2,6968	0,0914	1617,64 „	801,30 „
Leda . . .	2,73986	0,15557	1656,34 „	782,58 „
Atalante . .	2,74989	0,298171	1665,63 „	778,254 „
Ceres . . .	2,76577	0,079180	1680,05 „	771,545 „
Pallas . . .	2,76953	0,239045	1683,48 „	769,971 „
Lätitia . . .	2,77105	0,110813	1684,87 „	769,34 „
Bellona . .	2,77518	0,154507	1688,65 „	767,624 „

Digitized by Google

der Planeten.

Länge des Perihels.	Länge des aufsteigenden Knotens.	Neigung.	Epoche mittlere Länge.	Epoche mittlerer Mittag. B. Berlin, P. Paris, G. Greenwich.
72° 20′ 5″,8	45° 57′ 9″	7° 0′ 5″,9	112° 16′ 4″,8	1800 1. Jan. P.
128° 43′ 6″	74° 51′ 41″	3° 23′ 28″,5	146° 44′ 55″,8	1800 1. Jan. P.
100° 21′ 41″	— — —	0° 0′ 0″,2	99° 47′ 54″,7	1850 0. Jan. P.
332° 22′ 51″,2	47° 59′ 38″	1° 51′ 6″,2	233° 5′ 33″,9	1800 1. Jan. P.
277° 12′ —	264° 45′ —	3° 28′ —	232° 27′ —	1857 18. Mai B.
32° 54′ 28″	110° 17′ 49″	5° 53′ 8″	68° 48′ 32″	1848 1. Jan. P.
2° 2′ 16″	93° 32′ 28″	4° 15′ 48″	275° 5′ 31″	1857 31. Dez. B.
15° 14′ 7″	150° 0′ 53″	10° 9′ 4″	351° 41′ 32″	1852 31. Dez. B.
301° 52′ 59″	235° 29′ 28″	8° 23′ 6″	7° 41′ 4″	1850 31. Dez. B.
87° 48′ 30″	93° 42′ 1″	1° 35′ 33″	75° 3′ 36″	1854 1. Jan. B.
250° 46′ 10″	103° 23′ 39″	7° 8′ 17″	83° 55′ 15″	1856 14. Jan. B.
30° 49′ 41″	308° 12′ 0″	2° 5′ 57″	112° 24′ 17″	1856 27. Jan. B.
190° 13′ —	175° 38′ —	10° 15′ —	172° 37′ —	1858 2. März B.
71° 29′ 21″	68° 31′ 24″	5° 35′ 56″	294° 56′ 22″	1856 12. Juli B.
41° 23′ 12″	259° 44′ 39″	5° 27′ 56″	200° 41′ 2″	1857 19. April B.
230° 22′ —	180° 6′ —	15° 48′ —	202° 21′ —	1856 31. Mai B.
302° 37′ 22″	214° 3′ 40″	21° 36′ 5″	265° 22′ 25″	1853 1. Juli B.
98° 16′ 30″	206° 36′ 24″	0° 41′ 10″	54° 46′ 0″	1856 4. Nov. B.
14° 57′ 47″	138° 34′ 25″	14° 46′ 20″	24° 8′ 12″	1856 24. Jan. B.
317° 58′ —	84° 28′ —	8° 35′ —	276° 45′ —	1856 1. Juli B.
326° 43′ 52″	80° 28′ 28″	3° 5′ 22″	41° 45′ 40″	1853 2. Jan. B.
30° 47′ 53″	211° 26′ 33″	1° 32′ 28″	6° 12′ 27″	1852 5. Nov. B.
316° 6′ 5″	125° 2′ 51″	4° 37′ 1″	87° 38′ 0″	1856 23. Mai B.
344° 57′ —	181° 32′ —	2° 18′ —	319° 35′ —	1857 16. Aug. B.
259° 24′ 49″	125° 26′ 12″	5° 35′ 38″	205° 10′ 57″	1852 25. April B.
56° 13′ 42″	356° 22′ 51″	6° 8′ 0″	62° 2′ 58″	1856 24. Nov. B.
134° 35′ 36″	141° 24′ 49″	5° 19′ 35″	80° 56′ 3″	1849 31. Dez. B.
119° 45′ 7″	43° 17′ 34″	16° 32′ 14″	114° 56′ 11″	1856 19. Febr. B.
196° 8′ 40″	220° 48′ 26″	4° 42′ 18″	56° 7′ 42″	1854 31. Dez. B.
178° 51′ 11″	86° 49′ 1″	9° 6′ 44″	222° 1′ 24″	1851 11. Mai B.
94° 39′ —	143° 30′ —	5° 4′ —	169° 52′ —	1858 27. April B.
123° 11′ 57″	67° 55′ 2″	10° 13′ 59″	89° 5′ 4″	1852 31. Dez. B.
66° 4′ 28″	8° 9′ 37″	3° 7′ 11″	42° 5′ 4″	1855 16. Nov. G.
27° 51′ 46″	293° 54′ 51″	11° 44′ 0″	66° 52′ 51″	1853 3. Jan. B.
10° 29′ —	173° 30′ —	2° 48′ —	12° 1′ —	1857 5. Okt. B.
235° 16′ 30″	45° 53′ 20″	3° 35′ 39″	181° 21′ 41″	1857 20. März B.
54° 8′ 17″	170° 59′ 32″	13° 3′ 27″	341° 17′ 35″	1856 4. März B.
118° 49′ —	127° 6′ —	3° 53′ —	187° 23′ —	1857 15. Juni B.
149° 58′ 35″	184° 47′ 11″	5° 26′ 33″	193° 40′ 39″	1855 10. April B.
208° 17′ —	148° 20′ —	6° 35′ —	252° 29′ —	1857 8. Juli B.
100° 40′ 28″	296° 27′ 47″	6° 58′ 32″	112° 55′ 7″	1855 31. Dez. B.
42° 23′ 48″	359° 9′ 29″	18° 42′ 9″	36° 21′ 7″	1855 31. Dez. B.
149° 33′ 41″	80° 48′ 22″	10° 36′ 27″	97° 39′ 58″	1856 1. Juli B.
122° 3′ 50″	172° 38′ 20″	34° 42′ 37″	73° 17′ 0″	1856 21. Juni B.
2° 7′ 12″	157° 19′ 39″	10° 21′ 0″	146° 43′ 50″	1856 1. Jan. B.
122° 24′ 48″	144° 43′ 5″	9° 22′ 31″	159° 3′ 37″	1854 28. Febr. B

Digitized by Google

Bahnelemente

Planet.	Mittlere Entfernung von der Sonne.	Excentricität.	Siderische Umlaufszeit.	Mittlere tägliche tropische Bewegung.
Polyhymnia .	2,86550	0,336806	1771,74 Tage	731,622 Sec.
Aglaja . .	2,8894	0,1402	1793,99 „	722,55 „
Calliope . .	2,90950	0,101960	1812,72 „	715,093 „
Psyche . . .	2,92287	0,134634	1825,21 „	710,195 „
Leukothea . .	2,97369	0,21650	1873,02 „	692,07 „
Pales . . .	3,0861	0,2377	1980,23 „	654,61 „
Doris . . .	3,1068	0,0771	2000,22 „	648,07 „
Europa . .	3,1352	0,1433	2027,65 „	639,30 „
Hygiea . .	3,14937	0,100558	2041,43 „	634,986 „
Themis . .	3,15130	0,117303	2043,34 „	634,405 „
Euphrosyne .	3,15616	0,216012	2048,03 „	632,941 „
Jupiter . .	5,202767	0,0481621	4332,58480 „	299,26613 „
Saturn . .	9,538850	0,0561505	10759,21981 „	120,59250 „
Uranus . .	19,182390	0,0466108	30686,82055 „	42,37107 „
Neptun . .	30,036270	0,0087194	60125,21 „	21,69199 „

Tabelle VI. Jährliche Aenderung der Elemente der Planetenbahnen.

Planet.	Aenderung der Excentricität.	der Länge des Perihels.	der Länge d. aufsteigenden Knotens.	der Neigung.
Merkur . .	+ 0,0000000383	+ 5″,81	— 10″,07	+ 0″,184
Venus . .	— 0,0000010880	— 3″,24	— 20″,50	+ 0″,072
Erde . . .	— 0,0000004299	+ 11″,25	— —	— —
Mars . . .	+ 0,0000009010	+ 15″,46	— 25″,22	— 0″,013
Jupiter . .	+ 0,0000015350	+ 6″,65	— 15″,90	— 0″,23
Saturn . .	— 0,0000030990	+ 19″,31	— 19″,54	— 0″,15
Uranus . .	— 0,0000002560	+ 2″,28	— 36″,05	+ 0″,03

Tabelle VII. Größen- und Massenverhältnisse der größeren Planeten und Rotationsdauer.

Planet.	Masse in Theilen d. Sonnenmasse.	Durchmesser in Erddurchmess.	Durchmesser in geogr. Meilen.	Volumen (das Vol. der Erde = 1).	Dichtigkeit (die Dicht. der Erde = 1).	Rotation.
Merkur . .	1/4865751	0,390	671	0,059	1,22	24 St. 5′
Venus . . .	1/401839	0,999	1717	0,996	0,903	23 „ 21′ 21″,93
Erde . . .	1/359551	1	1718,9	1	1	23 „ 56′ 4″
Mars . . .	1/2680337	0,519	892	0,140	0,958	24 „ 37′ 20″
Jupiter . .	1/1017,879	11,255	19294	1414	0,243	9 „ 55′ 27″
Saturn . .	1/3501,6	9,022	15507	735	0,140	10 „ 29′ 17″
Uranus . .	1/23600	4,343	7466	82	0,178	— — —
Neptun . .	1/19346	4,887	8400	108	0,230	— — —
Sonne . .	1	112	192700	1404928	0,252	25 Tage 12 St.

Digitized by Google

der Planeten.

Länge des Perihels.	Länge des aufsteigenden Knotens.	Neigung.	Epoche mittlere Länge.	Epoche mittlerer Mittag. B. Berlin, P. Paris, G. Greenwich.
340° 53′ 55″	9° 16′ 5″	1° 56′ 56″	23° 14′ 0″	1854 31. Dez. B.
306° 1′ —	4° 25′ —	5° 6′ —	349° 55′ —	1857 6. Okt. B.
56° 34′ 13″	66° 36′ 22″	13° 45′ 28″	224° 46′ 27″	1859 31. Dez. B.
12° 38′ 59″	150° 31′ 20″	3° 4′ 9″	51° 33′ 49″	1855 26. Nov. B.
198° 17′ —	356° 24′ 38″	8° 15′ 18″	197° 49′ 5″	1855 30. April B.
32° 49′ —	290° 27′ —	3° 8′ —	10° 29′ —	1857 31. Okt. B.
77° 12′ —	185° 14′ —	6° 30′ —	359° 4′ —	1857 31. Okt. B.
98° 27′ —	129° 23′ —	7° 12′ —	141° 0′ —	1858 17. Febr. B.
227° 47′ 59″	287° 38′ 34″	3° 47′ 9″	354° 47′ 48″	1851 17. Sptr. B.
138° 2′ 48″	36° 12′ 39″	0° 49′ 3″	29° 57′ 30″	1856 25. Sptr. B.
93° 51′ 7″	31° 25′ 23″	26° 25′ 12″	53° 49′ 50″	1854 31. Dez. B.
11° 7′ 38″	98° 25′ 45″	1° 18′ 51″,6	81° 54′ 48″,6	1800 1. Jan. P.
89° 8′ 20″	111° 56′ 7″	2° 29′ 35″,9	123° 6′ 29″,2	1800 1. Jan. P.
167° 30′ 24″	72° 59′ 21″	0° 46′ 28″	173° 30′ 37″,6	1800 1. Jan. P.
47° 17′ 8″	130° 9′ 22″	1° 46′ 59″	341° 44′ 50″,3	1852 31. Dez. B.

Tabelle VIII. Die wichtigsten Elemente der sechs innern Kometen.

Komet von	Länge des Perihels.	Länge des aufsteigenden Knotens.	Neigung.	halbe große Axe.	Excentricität.	Umlaufszeit.
Enke .	157° 47′ 8″	334° 22′ 12″	13° 8′ 36″	2,214814	0,847828	1204 Tage
de Vico	342° 30′ 55″	63° 49′ 17″	2° 54′ 50″	3,102800	0,617635	1996 „
Brorsen	116° 28′ 15″	102° 40′ 58″	30° 55′ 53″	3,146494	0,793388	2039 „
d'Arrest	322° 59′ 46″	148° 27′ 20″	13° 56′ 12″	3,461846	0,660881	2353 „
Biela .	109° 2′ 20″	245° 54′ 39″	12° 34′ 53″	3,524522	0,757003	2417 „
Faye .	49° 34′ 19″	209° 29′ 19″	11° 22′ 31″	3,811790	0,555962	2718 „

Tabelle IX. Elliptische Bahnelemente einiger Kometen von langer Umlaufszeit.

Entdecker und Entdeckungszeit des Kometen.	halbe große Axe.	Apheldistanz.	Excentricität.	Umlaufszeit.	Berechner.
Halley's Komet 1759	17,9	35,3	0,9674	76 Jahr 1 M.	
Westphal . . 1852	16,32	31,99	0,9248	69	Marth.
Pons . . . 1812	17,095	33,418	0,9545	70,68	Enke.
Olbers . . 1815	17,634	34,055	0,9312	74,05	Bessel.
de Vico . . 1846	17,507	34,341	0,9621	73,25	Peirce.
Brorsen . . 1847	17,779	35,070	0,9726	74,79	d'Arrest.
Flamsteed . 1683	33,031	65,512	0,9832	187,8	Clausen.
Bremiker . . 1840	49,12	96,76	0,96985	344	Götze.
Brorsen . . 1846	54,42	108,21	0,9884	401	Wichmann.
Komet von . 1807	143,86	286,07	0,9955	1714	Bessel.
Messier . . 1769	163,46	326,80	0,9992	2090	Bessel.

Digitized by Google

Elliptische Bahnelemente einiger Kometen von langer Umlaufszeit.

Entdecker und Entdeckungszeit des Kometen.	halbe große Axe.	Apheldistanz.	Excentricität.	Umlaufszeit.	Berechner.
Pons . . . 1827	189,62	379,10	0,9993	2611 Jahr	Clüver.
Flaugergues 1811	211,03	421,02	0,9951	3065 „	Bessel u. Argelander.
Stierkomet von 1825	267,94	534,64	0,9954	4386 „	Hansen.
Pons . . . 1822	309,65	618,15	0,9963	5649 „	Enke.
Schweizer . 1849	406,81	812,73	0,9978	8375 „	d'Arrest.
Großer Komet v. 1680	427,64	855,28	0,9999	8813 „	Enke.
Galle . . . 1840	577,11	1053,00	0,9979	13866 „	Plantamour.
Messier . . 1780	1787,92	3974,88	0,99995	75838 „	Clüver.

Tabelle X. Berechnete Bahnelemente von Doppelsternen.

Doppelstern.	Umlaufszeit.	halbe große Axe.	Excentricität.	Hypothetischer Abstand von der Erde.
ξ des großen Bären . .	61 Jahr 109 Tage	2″,295	0,4037	22 Lichtjahre
γ der Jungfrau	169 „ 178 „	3″,863	0,8806	$25^1/_2$ „
Castor	519 „ 281 „	5″,692	0,21938	$36^4/_5$ „
3210 des Bradley'schen Kat. in der Kassiopeja . .	146 „ 303 „	0″,9982	0,57536	$94^4/_5$ „
σ der Krone	478 „ 15 „	3″,900	0,64207	51 „
ζ des Krebses	58 „ 99 „	0″,892	0,44385	$55^1/_4$ „
ω des Löwen	227 „ 281 „	1″,307	0,72248	95 „
τ des Schlangenträgers .	87 „ 13 „	0″,8178	0,03746	79 „
ξ der Wage	105 „ 191 „	1″,289	—	56 „
p des Schlangenträgers .	92 „	4″,5	0,4805	$14^4/_5$ „
ξ des Bootes	160 „ 254 „	5″,591	0,4540	$17^2/_5$ „
Piazzi's XV, 74 bei μ Bootis	458 „ 238 „	3″,08	0,8775	$63^1/_5$ „
λ des Schlangenträgers .	95 „ 321 „	0″,847	0,4772	$80^3/_5$ „
η der Krone	67 „ 113 „	1″,2015	0,40433	$44^4/_5$ „
α des Centauren . . .	77 „ „	15″,5	0,950	4 „
ϑ des Schwan	178 „ 256 „	1″,811	0,60667	$57^1/_4$ „
ζ des Herkules	36 „ 130 „	1″,254	0,44821	$28^1/_2$ „

Anmerkung. Die Bahnelemente der ersten 11 Doppelsterne sind von Mädler, die des 12., 13., 16. von Hind, des 14. und 17. von Villarceau, des 15. von Jacob berechnet.

Leipzig, Druck von Giesecke & Devrient.

Digitized by Google

Erklärung zur

Unsere Karte umfaßt die meisten
welche im Laufe des Jahres über den
gehen, in einem Kreise um den No
südl. Breite. Der Kreis im Inner
punktirte die Ekliptik. Die wichtigsten
Linien gegen einander abgegrenzt und
Die römischen Ziffern am Umfang bez

Verzeichniß der

1. Der kleine Bär.
2. Der große Bär.
3. Drache.
4. Cepheus.
5. Kassiopeja.
6. Andromeda.
7. Perseus.
8. Giraffe.
9. Bootes.
10. Jagdhunde.
11. Haar der Berenice.
12. Nördliche Krone.
13. Herkules.
14. Ophiuchus.
15. Leier.
16. Schwan.
17. Fuchs und Gans.
18. Adler.
19. Delphin.
20. Kleines Pferd.
21. Antinous.
22. Pegasus.
23. Eidechse.
24. Friedrich's Ehre.
25. Fische.
26. Triangel.

Digitized by Google

Himmelskarte.

Sterne erster bis fünfter Größe,
Horizont Mitteldeutschlands auf-
rdpol bis zum dreißigsten Grad
a bezeichnet den Aequator, der
Sternbilder sind durch punktirte
durch deutsche Ziffern bezeichnet.
ichnen die Stundenkreise.

Sternbilder.

27. Widder.
28. Stier.
29. Fuhrmann.
30. Zwillinge.
31. Luchs.
32. Krebs.
33. Löwe.
34. Kleiner Löwe.
35. Jungfrau.
36. Wage.
37. Skorpion.
38. Schütze.
39. Steinbock.
40. Wassermann.
41. Südlicher Fisch.
42. Walfisch.
43. Eridanus.
44. Orion.
45. Hase.
46. Einhorn.
47. Großer Hund.
48. Kleiner Hund.
49. Wasserschlange.
50. Uranischer Sextant.
51. Becher.
52. Rabe.

AUG 23 1943

Digitized by Google